

最大電力点追従(MPPT)機能とI²Cを備えた高電圧昇降圧バッテリ充電コントローラ

特長

- V_{IN}の範囲: 6V~80V
- V_{BAT}の範囲: 1.3V~80V
- 単一インダクタにより、V_{BAT}より高い、低い、または等しいV_{IN}が使用可能
- 自動MPPTによる太陽光充電
- 自動温度補償
- I²Cによる遠隔測定と設定
- 内蔵EEPROMによる設定の保存
- 太陽電池パネルまたはDC電源による動作
- 4つの内蔵帰還ループ
- 同期可能な固定周波数: 100kHz~400kHz
- 64ピン(7mm×11mm×0.75mm)QFNパッケージ

アプリケーション

- 太陽光発電バッテリ・チャージャ
- 各種鉛酸バッテリ充電
- リチウムイオン・バッテリ・チャージャ
- バッテリ動作の産業用機器または携帯型防衛用機器

概要

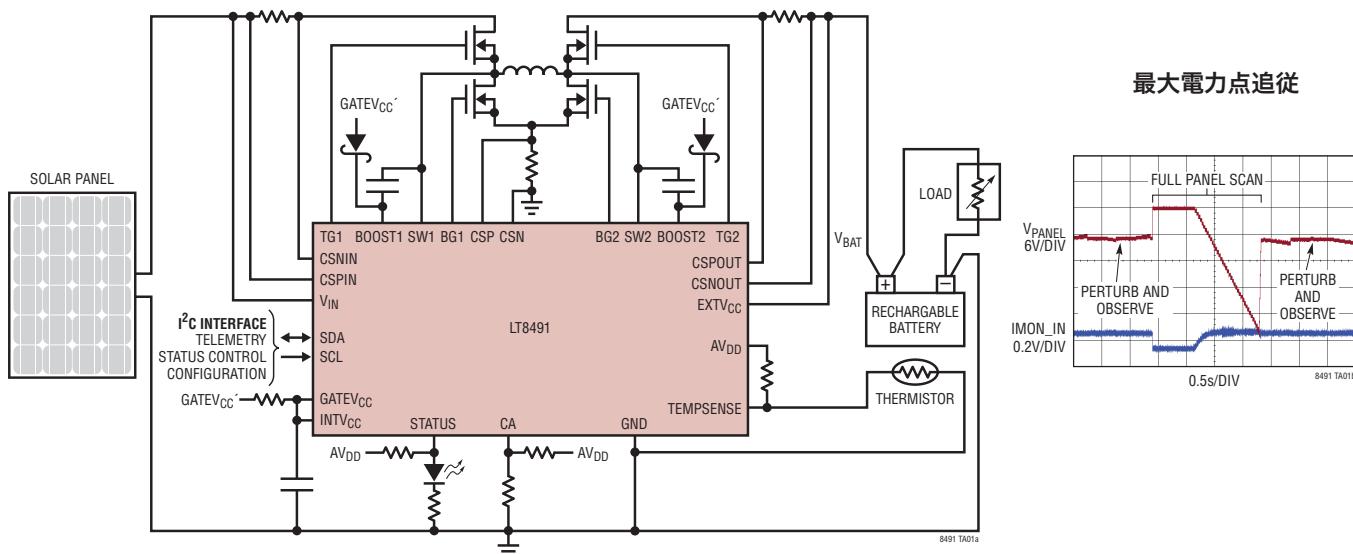
LT[®]8491は、ほとんどの種類のバッテリ(例: 密閉型鉛酸(SLA)、液式、ゲル、リチウムイオン)に使われる定電流／定電圧(CCCV)充電プロファイルを実装した昇降圧スイッチング・レギュレータ・バッテリ・チャージャです。

本デバイスは、出力電圧に対して高い、低い、または等しい入力電圧で動作します。また、本デバイスには太陽電池パネルまたはDC電源で電力を供給できます。内蔵ロジックにより、太陽光発電アプリケーション向けの自動最大電力点追従(MPPT)機能を実現しています。LT8491は、バッテリと熱的に結合した外付けサーミスタを測定することで自動的に温度を補償できます。STATUSピンを使ってLEDインジケータ・ランプを駆動できます。本デバイスは、薄型(0.75mm)の7mm×11mm 64ピン QFNパッケージで提供しています。

全ての登録商標および商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

標準的応用例

太陽光発電バッテリ・チャージャの簡略回路図



目次

特長	1	I ² C レジスタ・マップ	27
アプリケーション	1	I ² C レジスタの説明	30
標準的応用例	1	遠隔測定レジスタ	30
概要	1	TELE_TBAT	30
絶対最大定格	4	TELE_POUT	31
発注情報	4	TELE_PIN	31
ピン配置	4	TELE_EFF	31
電気的特性	5	TELE_IOUT	32
代表的な性能特性	8	TELE_IIN	32
ピン機能	10	TELE_VBAT	32
ブロック図	13	TELE_VIN	33
動作	14	TELE_VINR	33
概要	14	ステータス・レジスタ	34
I ² C シリアル・インターフェース	14	STAT_CHARGER	34
I ² C: 開始条件と停止条件	14	STAT_SYSTEM	35
I ² C: アクノレッジ	14	STAT_SUPPLY	36
I ² C: チップ・アドレス指定	15	STAT_TSx_REMAIN	36
I ² C: クロック・ストレッシング	15	STAT_CHRG_FAULTS	37
I ² C: データ転送トランザクション	15	STAT_VERSION	38
I ² C: インターフェースへの電力供給	15	STAT_BOOT_CRC	38
I ² C データ	16	STAT_CFG_CRC	38
データ: メモリ領域	16	EEPROM の制御	39
データ: バイト、ワード、ロング・ワード	17	CTRL_WRT_TO_BOOT	39
データ: 最大／最小レジスタ値	17	CTRL_EE_WRT_EN	39
データ: アクセス許可	17	その他の機能の制御	40
起動シーケンス	18	CTRL_HALT_STARTUP	40
バッテリ充電アルゴリズム	20	CTRL_CHRG_EN	40
ステージ0: トリクル充電	20	CTRL_RESTART_CHIP	41
ステージ1: 最大限の定電流	20	CTRL_RESET_FLAG	41
ステージ2: 定電圧	21	CTRL_UPDATE_TELEM	41
ステージ3: (オプション) 低減された定電圧	21	遠隔測定の設定	42
充電終了	21	CFG_RSENSE1	42
充電障害	21	CFG_RIMON_OUT	43
最大電力点追従	23	CFG_RSENSE2	43
遠隔測定の動作	23	CFG_RDAC0	43
遠隔測定: 構成の設定値	24	CFG_RFBOUT1	44
遠隔測定: アクイジション	24	CFG_RFBOUT2	44
CRC 演算	24	CFG_RDAC1	44
EEPROM の動作	25	CFG_RFBIN2	45
EEPROM: 起動	25	CFG_RFBIN1	45
EEPROM: 読出し	25	チャージャの最初のイネーブルの設定	45
EEPROM: 書込み	25	CFG_INIT_CHRG_EN	45

ステージ0、1、3のV _{BAT} の設定	46	アプリケーション情報.....	61
CFG_VS3_25C.....	46	ハードウェア設定	61
CFG_UV_S0.....	47	ハードウェア設定:入力電圧検出および変調	61
CFG_S0_UV.....	47	ハードウェア設定:VINRピンの接続	61
CFG_S0_S1.....	48	ハードウェア設定:太陽電池パネルによる充電	62
CFG_S1_S0.....	49	ハードウェア設定:DC電源による充電	63
温度障害制限値の設定	50	ハードウェア設定:ステージ2のV _{BAT} (V _{S2})	63
CFG_TBAT_MIN.....	50	ハードウェア設定:入力電流検出および制限	64
CFG_TBAT_MAX.....	50	ハードウェア設定:出力電流検出および制限	65
ステージ・タイムアウト制限値の設定	51	ハードウェア設定:電流検出のフィルタリング	66
CFG_TMR_S0.....	51	ハードウェア設定:バッテリ温度および遮断検出	67
CFG_TMR_S1.....	51	ハードウェア設定: SHDN ピンの接続	67
CFG_TMR_S2.....	51	ハードウェア設定:MODEピン - 電流導通モード	67
CFG_TMR_S3.....	51	ハードウェア設定:STATUSピンによるLEDの駆動	68
自動再開の設定	52	ハードウェア設定:I ² Cチップ・アドレス・ピン	69
CFG_RSTRT_IN_FLT.....	52	現場でのバッテリ充電	69
CFG_RSTRT_IN_DONEA	54	活線挿入に関する検討事項	70
CFG_RSTRT_IN_DONEB	55	STATUSインジケータ・ピン	70
CFG_RSTRT_IN_S3	55	リチウムイオン・バッテリ充電	70
充電終了の設定	55	鉛酸バッテリ充電	71
CFG_TERMINATE.....	55	オプション機能	72
その他の設定	56	オプション:低消費電力モード	72
CFG_SCAN_RATE_LP	56	オプション:出力帰還抵抗の遮断	72
CFG_SCAN_RATE.....	56	オプション:EXTV _{CC} 遮断	73
CFG_CHRG_MISC	57	オプション:リモート・バッテリ電圧検出	74
温度補償の設定	58	オプション:DC電源検出回路	76
CFG_TC3、CFG_TC2、CFG_TC1	59	ボード・レイアウト時の考慮事項	76
ユーザ・コードの設定	59	設計例	76
CFG_USER_CODE.....	59	標準的応用例	79
メーカー・データ	60	パッケージ	81
MFR_DATA1.....	60	標準的応用例	82
MFR_DATA2.....	60	関連製品	82
MFR_DATA3.....	60		

絶対最大定格

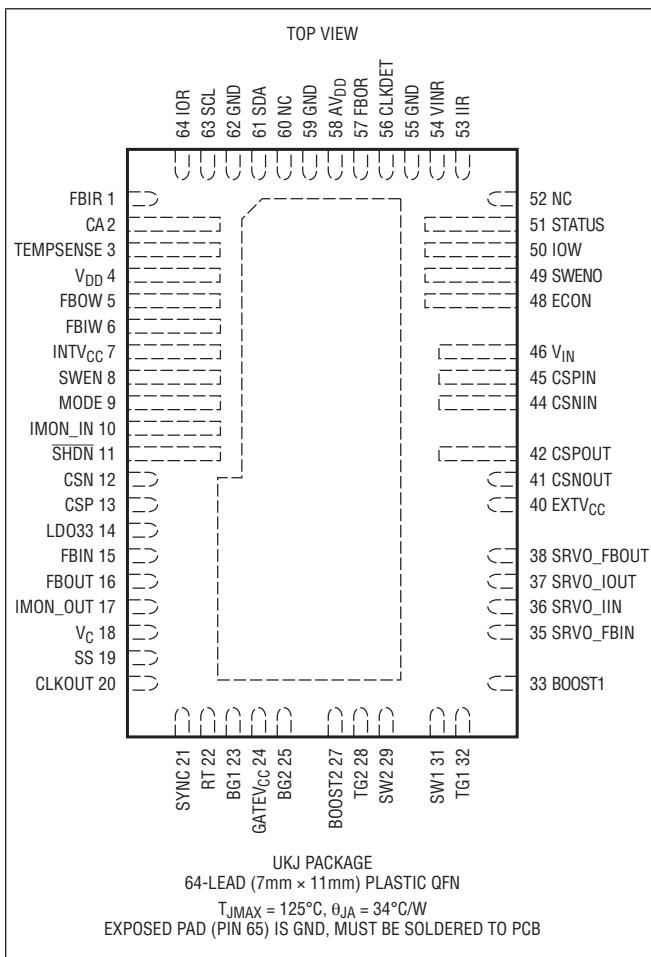
(Note 1)

$V_{CSP} - V_{CSN}$, $V_{CSPIN} - V_{CSNIN}$	
$V_{CSPOUT} - V_{CSNOUT}$	-0.3V~0.3V
SS, CLKOUT, CSP, CSN の電圧	-0.3V~3V
V_C の電圧 (Note 2)	-0.3V~2.2V
LD033, V_{DD} , AV_{DD} の電圧	-0.3V~5V
RT, FBOUT の電圧	-0.3V~5V
IMON_IN, IMON_OUT の電圧	-0.3V~5V
SYNC の電圧	-0.3V~5.5V
INTV _{CC} , GATEV _{CC} の電圧	-0.3V~7V
$V_{BOOST1} - V_{SW1}$, $V_{BOOST2} - V_{SW2}$	-0.3V~7V
SWEN, MODE の電圧	-0.3V~7V
SRVO_FBIN, SRVO_FBOUT の電圧	-0.3V~30V
SRVO_IIN, SRVO_IOUT の電圧	-0.3V~30V
FBIN, SHDN の電圧	-0.3V~30V
CSNIN, CSPIN, CSPOUT、 CSNOUT の電圧	-0.3V~80V
V_{IN} , EXTV _{CC} の電圧	-0.3V~80V
SW1, SW2 の電圧	81V (Note 5)
BOOST1, BOOST2 の電圧	-0.3V~87V
BG1, BG2, TG1, TG2	(Note 4)
IOW, ECON, CLKDET の電圧	-0.3V~ $V_{DD} + 0.5V$
SWENO, STATUS の電圧	-0.3V~ $V_{DD} + 0.5V$
FBOW, FBIW の電圧	-0.3V~ $V_{DD} + 0.5V$
VINR, FBOR, IIR, IOR の電圧	-0.3V~ $V_{DD} + 0.5V$
TEMPSENSE の電圧	-0.3V~ $V_{DD} + 0.5V$
SDA, SCL, CA の電圧	-0.3V~ $V_{DD} + 0.5V$

動作ジャンクション温度範囲

LT8491E (Note 1, 3)	-40°C~125°C
LT8491I (Note 1, 3)	-40°C~125°C
保存温度範囲	-65°C~150°C

ピン配置



発注情報

鉛フリー仕上げ	テープ&リール	製品マーキング*	パッケージ	温度範囲
LT8491EUKJ#PBF	LT8491EUKJ#TRPBF	LT8491UKJ	64-Lead (7mm x 11mm) Plastic QFN	-40°C to 125°C
LT8491IUKJ#PBF	LT8491IUKJ#TRPBF	LT8491UKJ	64-Lead (7mm x 11mm) Plastic QFN	-40°C to 125°C

更に広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。*温度グレードは出荷時のコンテナのラベルで識別されます。

テープ&リールの仕様一部のパッケージは、#TRMPBF接尾部の付いた指定の販売経路を通じて500個入りのリールで供給可能です。

電気的特性 ●は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。
注記がない限り、 $V_{IN} = 12\text{V}$ 、 $V_{DD} = AV_{DD} = 3.3\text{V}$ 、 $V_{SHDN} = 3\text{V}$ 。(Note 3)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
電源およびレギュレータ						
V_{IN} Operating Voltage Range (Note 7)		●	6	80	V	
V_{IN} Quiescent Current	Not Switching, $V_{EXTVCC} = 0$, $V_{DD} = AV_{DD} = \text{Float}$		2.65	4.2	mA	
V_{IN} Quiescent Current in Shutdown	$V_{SHDN} = 0\text{V}$		0	1	μA	
V_{DD} Quiescent Current	$I_{AVDD} + I_{VDD}$, $V_{DD} = AV_{DD} = 3.3\text{V}$	●	2.5	4	6.5	mA
$EXTV_{CC}$ Switchover Voltage	$I_{INTVCC} = 20\text{mA}$, V_{EXTVCC} Rising	●	6.15	6.4	6.6	V
$EXTV_{CC}$ Switchover Hysteresis			0.18			V
LD033 Pin Voltage	5mA from LD033 Pin	●	3.23	3.295	3.35	V
LD033 Pin Load Regulation	$I_{LD033} = 0.1\text{mA}$ to 5mA		-0.25	-1	%	
LD033 Pin Current Limit		●	12	17.25	22	mA
LD033 Pin Undervoltage Lockout	LD033 Falling		2.96	3.04	3.12	V
LD033 Pin Undervoltage Lockout Hysteresis			35			mV
スイッチング・レギュレータの制御						
V_{SHDN} Input Voltage High	V_{SHDN} Rising to Enable the Device	●	1.184	1.234	1.284	V
V_{SHDN} Input Voltage High Hysteresis			50			mV
V_{SHDN} Input Voltage Low	Device Disabled, Low Quiescent Current	●		0.35		V
V_{SHDN} Pin Bias Current	$V_{SHDN} = 3\text{V}$ $V_{SHDN} = 12\text{V}$		0 11	1 22	μA	
SWEN Rising Threshold Voltage		●	1.156	1.206	1.256	V
SWEN Threshold Voltage Hysteresis			22			mV
MODE Pin Thresholds	Discontinuous Mode Automatic DCM/CCM Mode	● ●		2.3 0.4		V V
IMON_OUT Rising threshold for CCM Operation	MODE = 0V		168	195	224	mV
IMON_OUT Falling threshold for DCM	MODE = 0V		95	122	150	mV
電圧レギュレーション						
Regulation Voltage for FBOUT	$V_C = 1.2\text{V}$, $EXTV_{CC} = 0$	●	1.193	1.207	1.222	V
Regulation Voltage for FBIN	$V_C = 1.2\text{V}$, $EXTV_{CC} = 0$	●	1.184	1.205	1.226	V
FBOUT Pin Bias Current	Current Out of Pin		15			nA
FBIN Pin Bias Current	Current Out of Pin		10			nA
電流レギュレーション						
Regulation Voltage for IMON_IN and IMON_OUT	$V_C = 1.2\text{V}$, $EXTV_{CC} = 0$	●	1.187	1.208	1.229	V
IMON_IN Output Current	$V_{CSPIN} - V_{CSNIN} = 50\text{mV}$, $V_{CSPIN} = 5.025\text{V}$ $V_{CSPIN} - V_{CSNIN} = 50\text{mV}$, $V_{CSPIN} = 5.025\text{V}$ $V_{CSPIN} - V_{CSNIN} = 0\text{mV}$, $V_{CSPIN} = 5\text{V}$	● ● ●	54 53 2.5	57 57 7	60 61 11.5	μA
IMON_IN Overvoltage Threshold		●	1.55	1.61	1.67	V
IMON_OUT Output Current	$V_{CSPOUT} - V_{CSNOUT} = 50\text{mV}$, $V_{CSPOUT} = 5.025\text{V}$ $V_{CSPOUT} - V_{CSNOUT} = 50\text{mV}$, $V_{CSPOUT} = 5.025\text{V}$ $V_{CSPOUT} - V_{CSNOUT} = 5\text{mV}$, $V_{CSPOUT} = 5.0025\text{V}$ $V_{CSPOUT} - V_{CSNOUT} = 5\text{mV}$, $V_{CSPOUT} = 5.0025\text{V}$	● ● ● ●	47.5 47 3.25 2.75	50 50 5 5	52.5 54.25 6.75 8	μA
IMON_OUT Overvoltage Threshold		●	1.55	1.61	1.67	V

電気的特性 ●は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。
注記がない限り、 $V_{IN} = 12\text{V}$ 、 $V_{DD} = AV_{DD} = 3.3\text{V}$ 、 $SHDN = 3\text{V}$ 。(Note 3)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
スイッチング・レギュレータの発振器(OSC1)					
Switch Frequency Range	Syncing or Free Running	100	400	400	kHz
Switching Frequency, f_{osc}	$R_T = 365\text{k}\Omega$	●	102	120	142
	$R_T = 215\text{k}\Omega$	●	170	202	235
	$R_T = 124\text{k}\Omega$	●	310	350	400
SYNC High Level for Synchronization		●	1.3		V
SYNC Low Level for Synchronization		●		0.5	V
SYNC Clock Pulse Duty Cycle	$V_{SYNC} = 0\text{V}$ to 2V		20	80	%
Recommended Min SYNC Ratio, f_{SYNC}/f_{osc}				$\frac{3}{4}$	f/f
CLKOUT Output Voltage HIGH	1mA Out of CLKOUT Pin		2.3	2.45	2.55
CLKOUT Output Voltage LOW	1mA into CKLKOUT Pin			25	100
CLKOUT Duty Cycle	$T_J = -40^\circ\text{C}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$ $T_J = 125^\circ\text{C}$			22.7 44.1 77	% % %
充電制御					
STATUS, FBOW, FBIW, SWENO, IOW, ECON Output Low Voltage	$I_{OL} = 5\text{mA}$	●	0.22	0.5	V
STATUS, FBOW, FBIW, SWENO, IOW, ECON Output High Voltage	$I_{OH} = -5\text{mA}$	●	2.7	3	V
Power Supply Mode Detection Threshold (Note 6)	V_{INR} Pin Falling	●	155	174	mV
Power Supply Mode Detection Threshold Hysteresis (Note 6)				29	mV
Minimum V_{INR} Voltage for Startup (Note 6)	Not in Power Supply Mode Low Power Mode Enabled Low Power Mode Disabled	● ● ●	380 213	395 225	410 237
High Charging Current Threshold on IOR (Note 6)	IOR Rising → ECON Rising	●	168	195	224
Low Charging Current Threshold on IOR (Note 6)	IOR Falling → ECON Falling	●	95	122	150
Minimum TEMPSENSE % of AV_{DD} to Detect Battery Disconnected (Note 6)		●	94.5	96	97.5
$V_{CSPOUT} - V_{CSNOUT}$ Threshold for C/5 Detection (Note 6)	V_{CSXOUT} Common Mode = 5.0V , R_{TOTAL} from IMON_OUT to Ground = $24.3\text{k}\Omega$		9	10	11
$V_{CSPOUT} - V_{CSNOUT}$ Threshold for C/10 Detection (Note 6)	V_{CSXOUT} Common Mode = 5.0V , IOR Falling, R_{TOTAL} from IMON_OUT to Ground = $24.3\text{k}\Omega$		4.25	5	5.75
FBIW, FBOW PWM Frequency (OSC2)				31.25	kHz
FBIW, FBOW PWM Resolution				8	bits
Internal A/D Resolution				10	bits

電気的特性

●は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。

注記がない限り、 $V_{IN} = 12\text{V}$ 、 $V_{DD} = AV_{DD} = 3.3\text{V}$ 、 $SHDN = 3\text{V}$ 。(Note 3)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
EEPROMの特性					
Endurance (Note 8)	$0^\circ\text{C} < T_J < 85^\circ\text{C}$ During EEPROM Write Operations		100,000		Cycles
デジタル入出力 SCL、SDA					
SDA Input Voltage High (V_{SDA_VIH})		●	2.25		V
SDA Input Voltage Low (V_{SDA_VIL})		●	0.65		V
SCL Input Voltage High (V_{SCL_VIH})		●	2.25		V
SCL Input Voltage Low (V_{SCL_VIL})		●	0.65		V
SDA Input Leakage Current (I_{LEAK_SDA})	$SDA = 0\text{V}$ and 3.3V	●	<0.05	± 1	μA
SCL Input Leakage Current (I_{LEAK_SCL})	$SCL = 0\text{V}$ and 3.3V	●	<0.05	± 1	μA
SDA Output Low Voltage (V_{SDA_OL})	3mA into SDA Pin	●	0.4		V
I²Cのタイミング特性					
Serial Clock Frequency (f_{SCL})		●	100		kHz
Serial Clock Low Period (t_{LOW})		●	4.7		μs
Serial Clock High Period (t_{HIGH})		●	4		μs
Bus Free Time Between Stop and Start (t_{BUF})		●	4.7		μs
Start Condition Hold Time ($t_{HD,STA}$)		●	4		μs
Start Condition Setup Time ($t_{SU,STA}$)		●	4.7		μs
Stop Condition Setup Time ($t_{SU,STO}$)		●	4		μs
Data Hold Time ($t_{HD,DAT}$) (Note 9)		●	0		ns
Data Setup Time ($t_{SU,DAT}$)		●	250		ns

Note 1: 絶対最大定格に記載された値を超えるストレスはデバイスに永続的損傷を与える可能性がある。長期にわたって絶対最大定格条件に曝すと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与える恐れがある。

Note 2: V_C ピンに強制的に電圧を印加してはならない。

Note 3: LT8491Eは、 $0^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ のジャンクション温度で性能仕様に適合することが確認されている。 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の動作ジャンクション温度範囲での仕様は、設計、特性評価および統計学的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。LT8491Iは、 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の全動作ジャンクション温度範囲で確認されている。

Note 4: これらのピンには電圧源も電流源も印加してはならない。接続するには容量性負荷のみにする必要がある。そうしないと永続的な損傷が生じる恐れがある。

Note 5: SW1 ピンと SW2 ピンの負電圧は、アプリケーションでは外付け NMOS デバイス (M2, M3) のボディ・ダイオード、または並列のショットキー・ダイオード (存在する場合) によって制限される。SW1 ピンと SW2 ピンは、グラウンドからダイオード 1 個の電圧降下分を超えたこれらの負電圧に耐えられることが設計により確認されている。

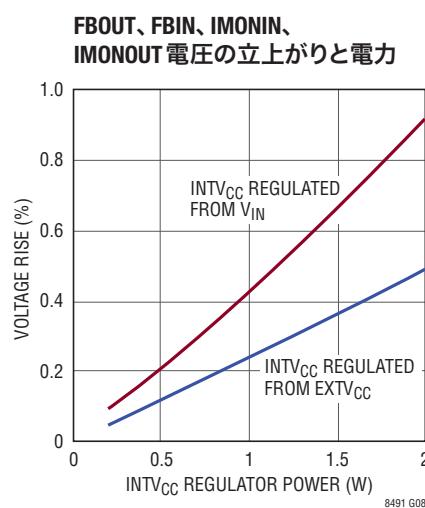
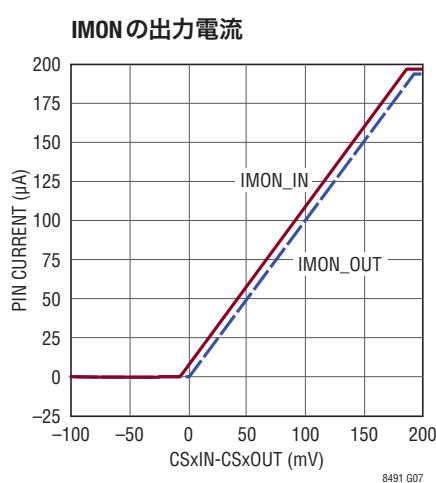
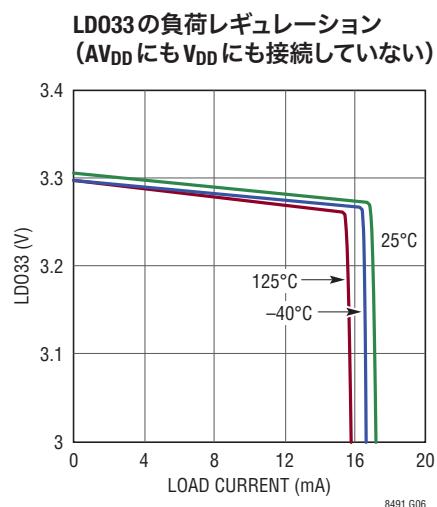
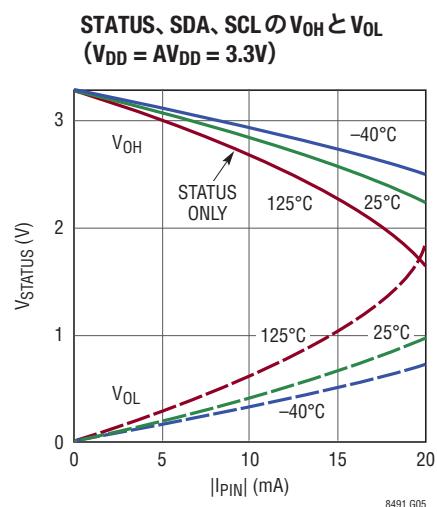
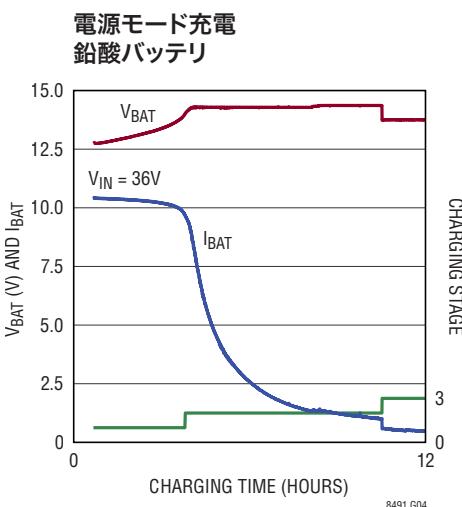
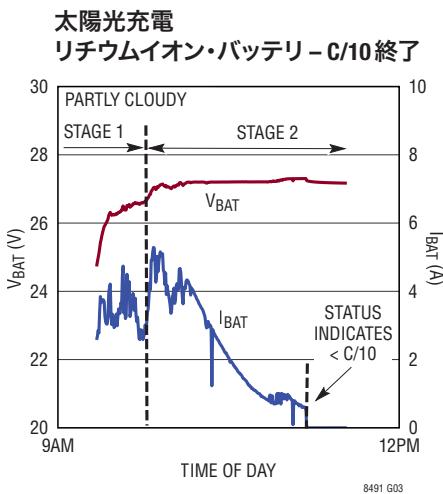
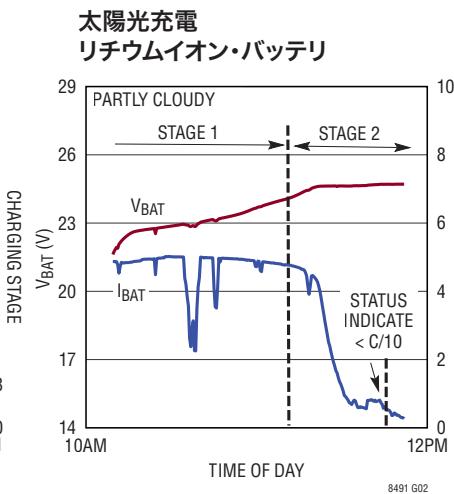
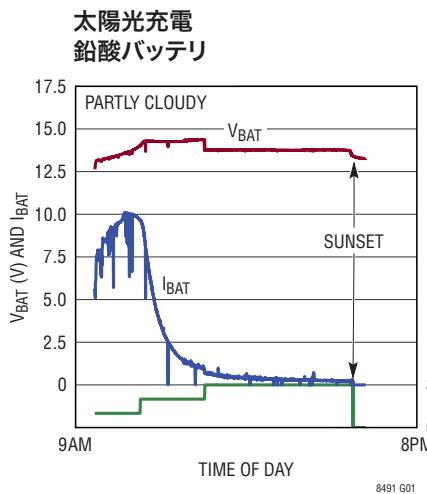
Note 6: これらの閾値は内蔵 A/D コンバータ (ADC) で測定される。ADC のリファレンス電圧は AV_{DD} である。これらの測定のための AV_{DD} リファレンスを生成するため、 AV_{DD} 、 V_{DD} 、追加の 2.8mA 負荷を LD033 で制御する。スレッショールド電圧の絶対値は、 AV_{DD} 電圧の対応する変化によってシフトする。

Note 7: 低消費電力モードが有効な場合、太陽光発電で起動するには 10V 以上の V_{IN} が必要である。

Note 8: EEPROM は 100,000 回以上の書き込み／消去サイクルに耐える。データ保持は 85°C で 20 年間、 25°C で 100 年間である。これらの記述はベンダが公表した情報に基づいている。

Note 9: SCL の立下がりエッジの不定領域を越えるため、マスター・デバイスは、SDA 信号に対して 300ns 以上 (SCL 信号の最小 V_{IH} が基準) のホールド・タイムを確保する必要がある。

代表的な性能特性



代表的な性能特性

最大電力点追従

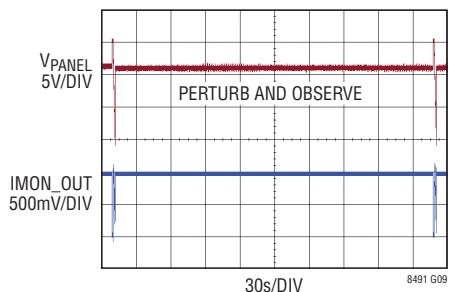


FIGURE 37 APPLICATION

山登り法

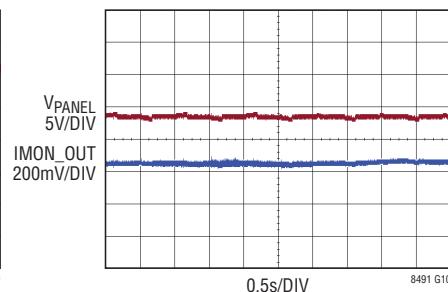


FIGURE 37 APPLICATION

山登り法

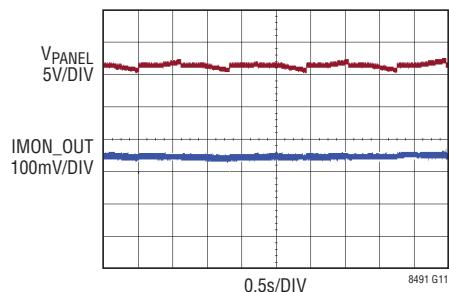


FIGURE 37 APPLICATION

山登り法による最大電力点追従

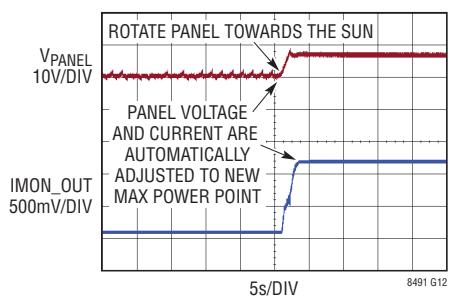


FIGURE 37 APPLICATION

**全パネル・スキャン –
1つの電力ピーク**

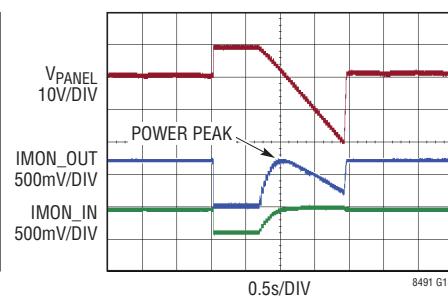


FIGURE 37 APPLICATION

**全パネル・スキャン –
2つの電力ピーク
(部分的に日陰になった場合)**

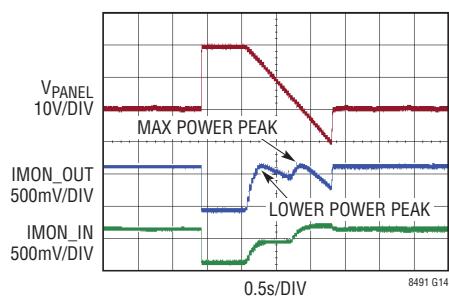


FIGURE 37 APPLICATION

低消費電力モードでのパネル電圧

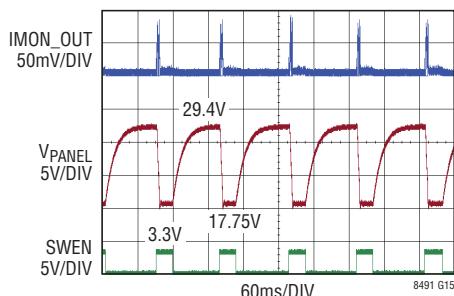


FIGURE 37 APPLICATION

低消費電力モードでのパネル電圧

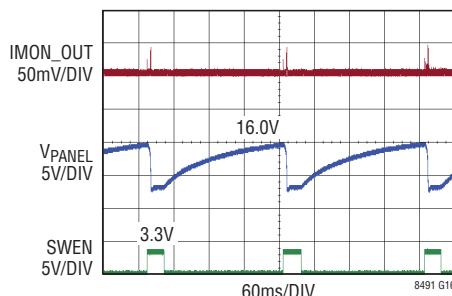


FIGURE 37 APPLICATION

ピン機能

FBI_R(1番ピン): ADCの入力ピン。入力電圧を測定するためFBINピンに接続します。

CA(2番ピン): ADCの入力ピン。抵抗分圧器に接続し、I²Cアドレスを設定します。このピンは、パワーアップ・シーケンス中に測定されます。

TEMPSENSE(3番ピン): ADCの入力ピン。バッテリ温度を検出する場合、サーミスタ分圧ネットワークに接続します。使用しない場合、抵抗分圧器に接続します。このピンは、温度補償と温度制限のために頻繁にモニタされています。

V_{DD}(4番ピン): I²Cとコントロール・ロジックの電源ピン。このピンは、LDO33とAV_{DD}に接続します。

FBOW(5番ピン): PWMデジタル出力ピン。RCRネットワークを介してFBOUTに接続し、バッテリ電圧を温度補償します。

FBI_W(6番ピン): PWMデジタル出力ピン。RCRネットワークを介してFBINに接続し、MPPTのために太陽電池パネル電圧を調整します。

INTV_{CC}(7番ピン): 内部6.35Vレギュレータの出力ピン。GATEV_{CC}ピンに接続します。EXTV_{CC}が3.6Vを上回った場合、INTV_{CC}にはEXTV_{CC}から電力が供給されます。それ以外の場合、INTV_{CC}にはV_{IN}から電力が供給されます。このピンは4.7μF以上のセラミック・コンデンサでグラウンドにバイパスします。詳細については、ハードウェア設定: MODEピン - 電流導通モードを参照してください。

SWEN(8番ピン): スイッチ・イネーブル・ピン。SWENOピンに接続します。

MODE(9番ピン): モード・ピン。このピンに印加される電圧によって、スイッチング・レギュレータの動作モードが設定されます。不連続導通モードを有効にするには、このピンをINTV_{CC}に接続します。不連続導通モードで動作させてバッテリ充電電流を下げる場合、または連続導通モードで動作させてバッテリ充電電流を上げる場合、このピンをグラウンドに接続します。このピンはフロート状態にしないでください。詳細については、ハードウェア設定: MODEピン - 電流導通モードを参照してください。

IMON_IN(10番ピン): 入力電流監視および制限ピン。このピンから流れ出る電流は、入力電流に比例します。詳細については、アプリケーション情報のセクションを参照してください。

SHDN(11番ピン): シャットダウン・ピン。UVLO(低電圧ロックアウト)回路と組み合わせて、このピンを使ってチップをイネーブル/ディスエーブルします。このピンはフロート状態にしないでください。

CSN(12番ピン): インダクタ電流検出および逆電流検出アンプの(-)入力。

CSP(13番ピン): インダクタ電流検出および逆電流検出アンプの(+)入力。V_Cピンの電圧と、CSPピンとCSNピンの間の組込みオフセットにより、インダクタ電流作動閾値が設定されます。

LD033(14番ピン): 3.3Vレギュレータ出力。V_{DD}ピンとAV_{DD}ピンに電力を供給します。このピンは4.7μF以上のセラミック・コンデンサでグラウンドにバイパスします。

FBIN(15番ピン): 入力帰還ピン。このピンは、入力エラー・アンプの入力に接続します。

FBOUT(16番ピン): 出力帰還ピン。このピンは、出力の外付け抵抗分圧器にエラー・アンプの入力を接続します。

IMON_OUT(17番ピン): 出力電流監視および制限ピン。このピンから流れ出る電流は、平均出力電流に比例します。詳細については、アプリケーション情報のセクションを参照してください。

V_C(18番ピン): エラー・アンプの出力ピン。このピンには外付けの補償ネットワークを接続します。

SS(19番ピン): ソフトスタート・ピン。このピンとグラウンドの間に100nFのコンデンサを接続します。起動すると、このピンは内部抵抗により2.5Vまで充電されます。

CLKOUT(20番ピン): スイッチング・レギュレータのクロック出力ピン。CLKOUTは、スイッチング・レギュレータの発振器(ブロック図のOSC1)またはSYNCピンと同じ周波数でトグルしますが、位相は約180°れます。CLKOUTのデューティ・サイクルはスイッチング・レギュレータのジャンクション温度に対して直線的に変化するため、CLKOUTはスイッチング・レギュレータの温度モニタとして使用することもできます。このピンは、RCフィルタを介してCLKDETピンに接続します。CLKOUTピンは、最大200pFの容量性負荷を駆動できます。

ピン機能

SYNC(21番ピン): スイッチング周波数を外部クロックに同期させるには、単にこのピンをクロックで駆動します。クロックのハイ電圧レベルは1.3Vを超えない場合は、ロー電圧レベルは0.5Vより低くなければなりません。このピンを0.5V未満にすると、内部自走クロック(ブロック図のOSC1)に戻ります。

RT(22番ピン): タイミング抵抗ピン。SYNCがクロックで駆動されていない場合にスイッチング・レギュレータ周波数(OSC1)を調節します。OSC1の自走周波数を設定するには、このピンとグラウンドの間に抵抗を接続します。このピンはフロート状態にしないでください。

BG1、BG2(23、25番ピン): 下側のゲート駆動。グラウンドとGATEV_{CC}の間の下側NチャンネルMOSFETのゲートを駆動します。

GATEV_{CC}(24番ピン): ゲート・ドライバの電源。INTV_{CC}ピンに接続する必要があります。他の電源からは電力を供給しないでください。短距離でグラウンドにバイパスします。

BOOST1、BOOST2(33、27番ピン): フロート・ドライバの昇圧電源。このピンにはブートストラップ・コンデンサの(+)端子を接続します。BOOST1ピンの振幅範囲は、GATEV_{CC}よりダイオードの電圧降下分だけ低い電圧から($V_{IN} + GATEV_{CC}$)までになります。BOOST2ピンの振幅範囲は、GATEV_{CC}よりダイオードの電圧降下分だけ低い電圧から($V_{BAT} + GATEV_{CC}$)までになります。

SW1、SW2(31、29番ピン): スイッチ・ノード。このピンにはブートストラップ・コンデンサの(-)端子を接続します。

TG1、TG2(32、28番ピン): 上側のゲート駆動。上側のNチャンネルMOSFETを、スイッチ・ノード電圧にGATEV_{CC}を重畳した電圧に等しい電圧振幅で駆動します。

SRVO_FBIN(35番ピン): オープンドレインのロジック出力。入力電圧帰還ループが有効な場合、このピンはグラウンドに接続されます。このピンは、LT8491のほとんどのアプリケーションで使われず、フローティングでできます。

SRVO_IIN(36番ピン): オープンドレインのロジック出力。入力電流帰還ループが有効な場合、このピンはグラウンドに接続されます。このピンは、LT8491のほとんどのアプリケーションで使われず、フローティングでできます。

SRVO_IOUT(37番ピン): オープンドレインのロジック出力。出力電流帰還ループが有効な場合、このピンはグラウンドに接続されます。このピンは、LT8491のほとんどのアプリケーションで使われず、フローティングでできます。

SRVO_FBTOUT(38番ピン): オープンドレインのロジック出力。出力電圧帰還ループが有効な場合、このピンはグラウンドに接続されます。このピンは、LT8491のほとんどのアプリケーションで使われず、フローティングでできます。

EXTV_{CC}(40番ピン): 外部V_{CC}入力。EXTV_{CC}が6.4V(代表値)を上回ると、INTV_{CC}にこのピンから電力が供給されます。EXTV_{CC}が6.22V(代表値)を下回ると、INTV_{CC}にV_{IN}から電力が供給されます。詳細については、ハードウェア設定:MODEピン - 電流導通モードを参照してください。

CSNOUT(41番ピン): 出力電流検出アンプの(-)入力。

CSPOUT(42番ピン): 出力電流検出アンプの(+)入力。このピンとCSNOUTピンを使って検出抵抗の両端の電圧を測定し、出力電流信号を生成します。

CSNIN(44番ピン): 入力電流検出アンプの(-)入力。このピンとCSPINピンを使って検出抵抗の両端の電圧を測定し、瞬時入力電流信号を生成します。

CSPIN(45番ピン): 入力電流検出アンプの(+)入力。

V_{IN}(46番ピン): 主入力電源ピン。近くのグラウンド・プレーンにバイパスする必要があります。

ECON(48番ピン): デジタル出力ピン。平均充電電流が所定の閾値を下回った場合、EXTV_{CC}をバッテリから遮断するために使うオプションの制御出力信号。

SWENO(49番ピン): デジタル出力ピン。SWENに接続します。スイッチング・レギュレータをイネーブルします。このピンとグラウンドの間に200kΩのプルダウン抵抗を接続する必要があります。

IOW(50番ピン): デジタル出力ピン。抵抗を介してIMON_OUTに接続します。このピンをロジック・ローと高インピーダンスに切り替えることで、R_{IMON_OUT}の合計値が変化し、それによって出力電流制限値が変更されます。

STATUS(51番ピン): デジタル出力ピン。この信号をLEDと組み合わせて使うことで、充電アルゴリズムの進捗を視覚的に表示できます。

ピン機能

NC(52、60番ピン):何も接続しません。

IIR(53番ピン):ADCの入力ピン。IMON_INに接続し、入力電流を測定します。MPPTの管理と遠隔測定に使います。

VINR(54番ピン):ADCの入力ピン。V_{IN}の抵抗分圧器に接続し、入力電圧を測定します。遠隔測定、MPPTと起動の管理に使います。

CLKDET(56番ピン):ADCの入力ピン。RCフィルタを介して CLKOUTに接続し、CLKOUTのデューティ・サイクルを検出します。起動の管理に使います。

FBOR(57番ピン):ADCの入力ピン。FBOUTピンに接続し、チャージャ出力電圧を測定します。充電アルゴリズムの管理に使います。

AV_{DD}(58番ピン):ADCの正のリファレンス・ピン。V_{DD}とLDO33に接続します。

SDA(61番ピン):I²C 双方向データ・ピン。

SCL(63番ピン):I²C クロック入力ピン(最大100kHz)。

IOR(64番ピン):ADCの入力ピン。IMON_OUTピンに接続し、チャージャ出力電流を測定します。遠隔測定と充電アルゴリズムの管理に使います。

GND(55、59、62番ピン、露出パッド65):グラウンド。このピンは、近くのグラウンド・プレーンに直接接続します。

ブロック図

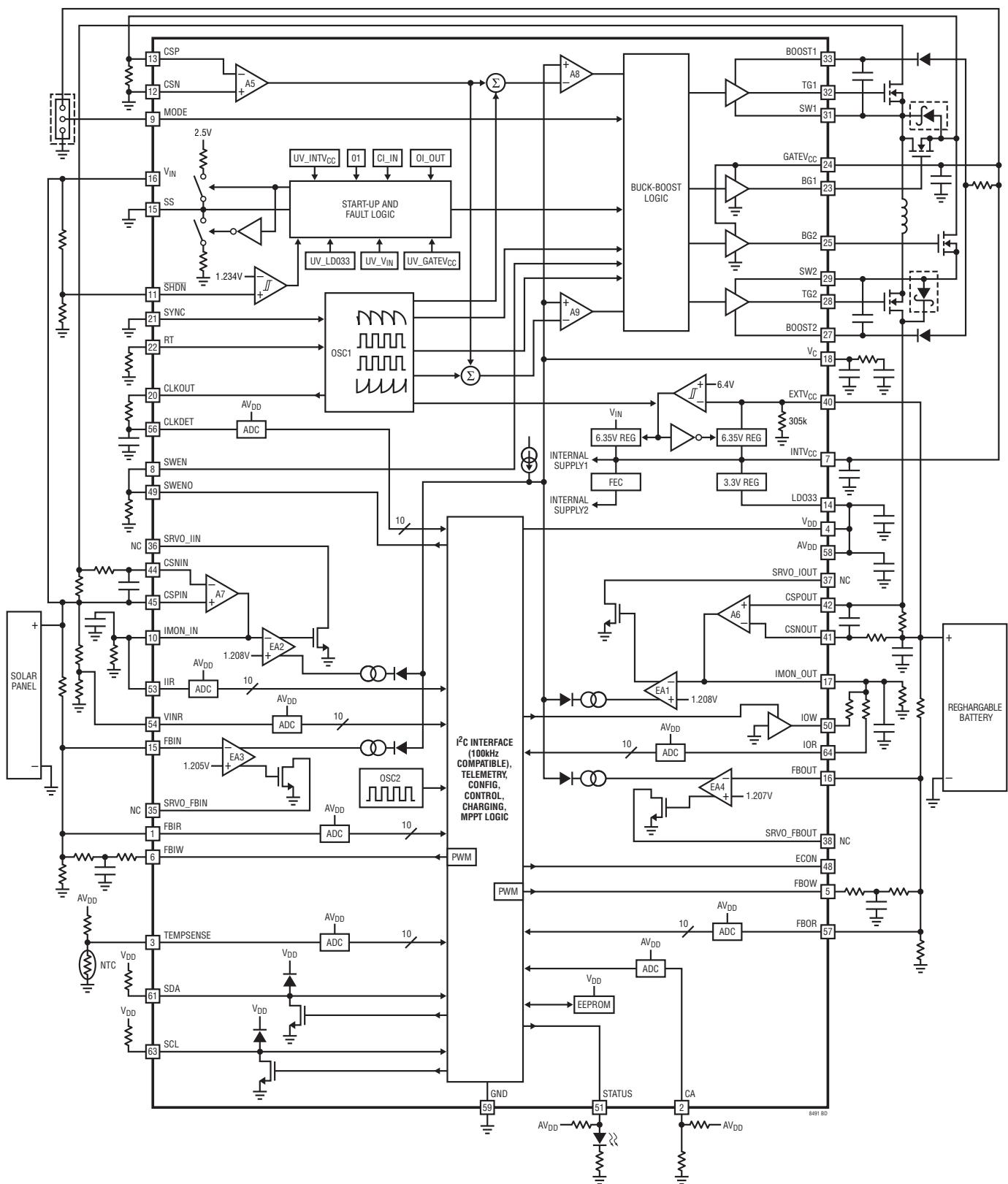


図1. ブロック図

Rev. 0

動作

概要

LT8491は、自動最大電力点追従(MPPT)、温度補償、I²Cインターフェース(遠隔測定、ステータス、制御、設定用)機能を備えた高性能で容易に導入可能なバッテリ充電コントローラです。LT8491は、LT8705昇降圧コントローラを基にして、バッテリ充電およびMPPT制御機能を追加した製品です。LT8491のスイッチング・レギュレータ部に関する詳細については、LT8705のデータシートを参照してください。

システム設計を簡単にするため、このデータシートには複数のリファレンス・アプリケーションが含まれています。多くのバッテリ充電アプリケーションは、リファレンス・アプリケーションの1つをほとんどまたは全く変更せずに使用して実装できます。各種充電パラメータは、デジタルI²Cインターフェースを介してを設定し、内蔵EEPROMに恒久的に保存できます。バッテリ充電とMPPTはLT8491によって制御されるため、ファームウェアの開発は不要です。I²Cピンに接続するだけでチャージャを設定および監視できます。参考のためI²Cレジスタ・マップセクションに、工場出荷時のデフォルトのI²C設定値の一覧を示します。

LT8491は4種類のレギュレーション機能(出力電流、入力電流、入力電圧、出力電圧)を内蔵しています(それぞれEA1～EA4、図1を参照)。要求されたインダクタ電流は、最も低いV_Cピン電圧を必要とするいずれかのレギュレーション方式で制限されます。入力電圧レギュレーションは、太陽電池パネルで電力を供給している場合、太陽電池パネルの最大電力点を特定および追跡するためにMPPT機能が使います。入力電流レギュレーションは、入力電源から流れ込む最大電流を安全な水準に制限するために使います。出力電流レギュレーションは最大バッテリ充電電流を設定し、出力電圧レギュレーションは最大バッテリ充電電圧を設定するために使います。

LT8491は、設定可能な充電タイマーを備えています。タイマーが設定されその後タイムアウトした場合、LT8491は充電を中断させ、I²CインターフェースとSTATUSピンを通じて、充電を中断したことを知らせます。充電サイクルの自動再開オプションについては、自動再開の設定のセクションで後ほど説明します。

LT8491はTEMPSENSEピンも備えています。このピンは、バッテリ・パックと熱的に結合されたNTC抵抗分圧ネットワークに接続できます。TEMPSENSEピンは、温度補償充電、バッテリ温度遠隔測定、バッテリが安全温度制限値を外れた場合の充電無効化等の複数の機能を持っています。NTC抵抗を検出することで、バッテリが接続されているかどうかをチャージャに通知することもできます。

LT8491は、I²CインターフェースとSTATUSピンを通じて充電遠隔測定およびステータスも提供します。I²Cインジケーターについては、遠隔測定レジスタとステータス・レジスタのセクションを参照してください。STATUSピンの挙動については、STATUSインジケータ・ピンのセクションを参照してください。

I²Cシリアル・インターフェース

LT8491は、チャージャ設定値のデジタル制御と、遠隔測定とステータスのデジタル読出しを簡単にするスレーブI²C互換インターフェースを内蔵しています。以下のサブセクションで、LT8491に対してデータを読み書きする方法を説明します。全てのI²Cレジスタとそれらの機能の詳細については、I²Cレジスタ・マップとI²Cレジスタの説明のセクションを参照してください。

I²C:開始条件と停止条件

バスがアイドル状態のとき、SCLとSDAはどちらもハイになります。バス・マスタは、SCLをハイに保持したままSDAをハイからローに遷移させる開始条件によって送信の開始を通知します(図2を参照)。マスタはスレーブとの通信を終了すると、SCLをハイに保持したままSDAをローからハイに遷移させる停止条件を発行します。この動作によりバスは解放され、次の送信を開始できます。

I²C:アクノレッジ

アクノレッジ信号(ACK)は、トランスマッタとレシーバーの間のハンドシェークに使用され、データの最後のバイトが受信されたことを示します。スレーブがレシーバーである場合、データの受信を知らせるためにスレーブは、このパルスの間にSDAラインがローに維持されるようにSDAラインをプルダウンします。スレーブがSDAをハイのままにしてアクノレッジを返さないと、マスタが停止条件を生成して送信を中止する可能性があります。マスタがスレーブからデータを受信して

動作

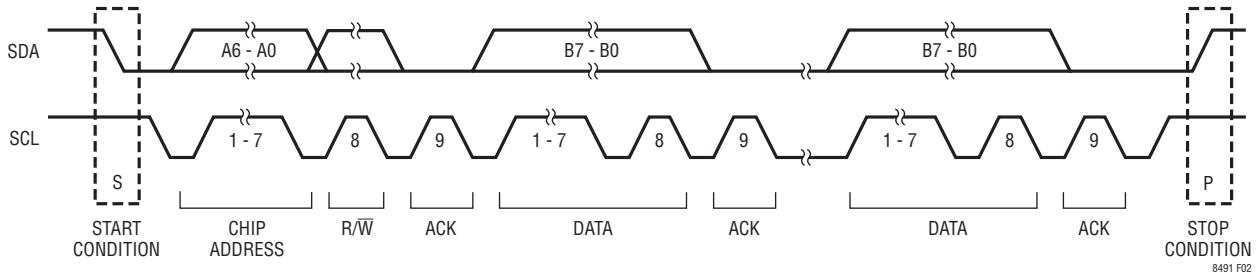


図2. I²Cバスを介したデータ転送

いる場合、データの受信を示すためにマスタは、クロック・パルスの間SDAラインをプルダウンします。最終バイトが受信された後、マスタはSDAラインをハイのままにし(NACK)、停止条件を発行して送信を終了します。

I²C:チップ・アドレス指定

CAピンは、7ビット・チップ・アドレス(A6:A0)の1つを選択するために使います。このアドレスは、データを転送しているICを特定するためにマスタによって送信されます。CAピンは、目的のチップ・アドレスを選択するため、グラウンドまたはAVDDに固定するか、抵抗分圧器に接続できます。詳細については、ハードウェア設定:I²Cチップ・アドレスのセクションを参照してください。

I²C:クロック・ストレッ칭

本チャージャは、I²Cインターフェースのために最大100kHzのクロック速度をサポートしています。マスタは、このチャージャ(スレーブ)と正常に通信するため、I²Cクロック・ストレッ칭をサポートする必要があります。

I²C:データ転送トランザクション

LT8491は、それぞれ図3～図5に示すトランザクション・フォーマットを使ってバイト書き込み、バイト読み出し、ワード読み出しをサポートしています。図3に、1バイトのデータをLT8491に書き込むために必要なフォーマットを示します。既に述べたように、必要なチップ・アドレス(A6:A0)はCAピンで決まります。

図4に、1バイトのデータをLT8491から読み出すためのバイト読み出しトランザクションを示します。レジスタのアドレスが、返されるデータ・バイトを選択します。このトランザクションは、1バイトのチップ・データを読み出すために4つのI²Cバイトを必要とします。

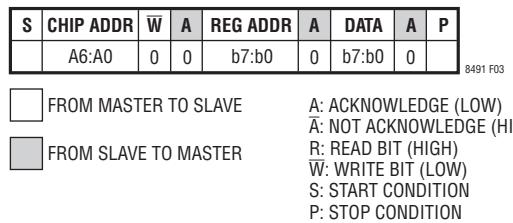
16ビット形式で保存された電力、電圧、電流等の遠隔測定データを読み出すには、ワード読み出しトランザクション(図5を参照)を使う必要があります。ワード読み出しトランザクションを使うと、2つのデータ・バイトが適切に対になっており1つの有効なワードに結合できることを確認できます。I²Cトランザクションの間の時間遅延に起因して、2つのバイト読み出しトランザクションのバイトを結合しても有効な16ビット遠隔測定データにならない場合があります。

レジスタ・アドレスは、返される最初のデータ・バイト(DATA0)を選択します(再度図5を参照)。2番目に大きいバイト・アドレスのデータが、2番目のバイト(DATA1)で返されます。ワード・データまたはロング・ワード・データを読み出す場合、LSBが最低アドレス位置にあること(リトルエンディアン)に注意します。LT8491内の全ワードは偶数レジスタ・アドレスにアラインされるため、レジスタ・アドレスB0は通常0に設定される必要があります。このトランザクションは、2バイトのチップ・データを読み出すために5つのI²Cバイトを必要とし、後続のワード・データを読み出すたびに繰り返される必要があります。

I²C:インターフェースへの電力供給

I²Cコントロール・ロジックおよびI/Oは、V_{DD}ピンから電力を受け取ります。SHDNピンがハイの場合、V_{DD}は最終的にV_{IN}とEXTV_{CC}のどちらかから電力を受け取ります。ブロック図にこの様子を示します。V_{IN}とEXTV_{CC}がINTV_{CC}レギュレータに電力を供給し、同様にそのINTV_{CC}レギュレータが、V_{DD}に接続するLDO33レギュレータに最終的に電力を供給します。SHDNとV_{DD}が立ち上がった後、10ms(代表値)の遅延の後でI²C通信が有効になります。LT8491がSDAピンとSCLピンからV_{DD}ピンにダイオードを内蔵していることに注意します(図8を参照)。これらのダイオードは通常逆バイアスされており、I²Cバスに全く影響を与えません。しかし、LT8491の電源が切られた場合、V_{DD}ピン電圧が低下してSDAおよびSCLピンがプルダウンされ、バス上の通信に影響を及ぼす場合があります。

動作

図3. I²C バイト書き込みトランザクション

S	CHIP ADDR	W	A	REG ADDR	A	S	CHIP ADDR	R	A	DATA	Ā	P
	A6:A0	0	0	b7:b0	0		A6:A0	1	0	b7:b0	1	

8491 F04

図4. I²C バイト読み出しトランザクション

S	CHIP ADDR	W	A	REG ADDR	A	S	CHIP ADDR	R	A	DATA0	A	DATA1	Ā	P
	A6:A0	0	0	b7:b0	0		A6:A0	1		b7:b0	0	b7:b0	1	

8491 F05

図5. I²C ワード読み出しトランザクション

I²C データ

データ:メモリ領域:

表1に示すように、LT8491内のデータは6つの領域に配置されています。

表1. LT8491 の I²C アドレス指定可能メモリ領域

領域	タイプ	I ² C レジスタ・アドレス範囲	説明
遠隔測定	レジスタ	0x00-0x11	充電遠隔測定
ステータス	レジスタ	0x12-0x1F	充電およびシステム・ステータス
制御	レジスタ	0x20-0x27	充電オン/オフと EEPROM アクセスの制御
構成	レジスタ	0x28-0x5B	チャージャ構成設定値
メーカー	レジスタ	0x5C-0x61	メーカー・データ
ブート	EEPROM	0x88-0xBD	起動構成の不揮発性ストレージ

遠隔測定領域:これらの読み出し専用レジスタには、温度、電圧、電流、電力、効率等の遠隔測定値が格納されます。ワード・サイズのこれらの値は、ズれたバイトを読み出さないように、I²C ワード読み出しトランザクションを使って読み出す必要があります(I²C:データ転送トランザクションを参照)。遠隔測定の詳細については、遠隔測定動作と遠隔測定レジスタのセクションを参照してください。

ステータス領域:これらの読み出し専用レジスタには、充電状態、太陽電池パネルの状態、障害、タイマー等のステータスが格納されます。ステータス・レジスタの詳細については、ステータス・レジスタのセクションを参照してください。

制御領域:これらのリード/ライト・レジスタは、チャージャの起動と停止、EEPROMへの書込み、チップのリセット、その他の関連する機能のために使います。パワー・サイクル後、またはCTRL_RESTART_CHIPレジスタに0x99が書き込まれた後、これらのレジスタの内容はI2Cレジスタ・マップに示すデフォルト値に戻ります。コントロール・レジスタの詳細については、I2Cレジスタの説明のセクションを参照してください。

構成領域:これらのリード/ライト・レジスタは、タイマーの設定値、再開オプション、VBAT段電圧等のチャージャ設定値を決定します。起動またはリセット後、構成レジスタにEEPROMから自動的にデータが読み込まれます(起動シーケンスのセクションを参照)。I²Cレジスタ・マップに、工場出荷時のデフォルトのEEPROM値を示します。構成レジスタの詳細については、I²Cレジスタの説明のセクションを参照してください。

メーカー領域:これらの読み出し専用レジスタには、工場で決定されたメーカー・データが格納されています。

動作

ブート領域: ブート・データは不揮発性EEPROMに保存され、起動中、またはCTRL_RESTART_CHIPレジスタに0x99が書き込まれた後、構成レジスタにコピーされます(起動シーケンスのセクションを参照)。

ブート領域の各EEPROM位置は、構成領域のレジスタに対応しています。このようにしてブート領域のデータは、対応する構成レジスタ・アドレスより0x60だけ大きいI²Cアドレスから読み出されることを除いて、構成領域と全く同じ順序とフォーマットで配置されます。ブート・データの読み出しについては、EEPROM:読み出しのセクションを参照してください。

EEPROMに直接書き込むことは禁止されています。代わりに、適切なコントロール・レジスタに書き込むことで構成レジスタからEEPROMにデータをコピーできます。EEPROMの書き込みの詳細については、EEPROM:書き込みのセクションを参照してください。

データ:バイト、ワード、ロング・ワード

LT8491のデータは3種類のサイズ(バイト、ワード(2バイト)、ロング・ワード(4バイト))で保存されます。本データシート内の表に、各データのサイズを示します。I²Cバスは一度に1バイトをアドレス指定するため、ワードおよびロング・ワード・データは複数のI²Cレジスタ・アドレス位置にわたって配置されます。

ワードとロング・ワードは、一般にリトルエンディアンと呼ばれる配置で保存されます。最下位バイト(LSB)は下位のI²Cレジスタ・アドレス位置に保存されます。下から2番目のバイト(MSB)は下から2番目のI²Cレジスタ・アドレス位置に保存されます(以下同様)。

例えば、TELE_IOUTレジスタが5.274Aの出力電流を示していると仮定します(遠隔測定レジスタを参照)。I²Cアドレス0x08から始まるこの16ビット・レジスタには値0x149Aが格納されているはずです。TELE_IOUTを構成する2バイトは以下のように保存されます。

表2. TELE_IOUTワードの保存の例

I ² Cレジスタ・アドレス	バイト値
0x08	0x9A
0x09	0x14

レジスタ・アドレス0x08からワード読み出しトランザクションでTELE_IOUTを読み出すと、2つのバイト(DATA0(0x9A)、次にDATA1(0x14))が読み出され、5.274Aを示します。

構成領域の温度補償係数が、ロング・ワードとして保存される唯一のデータです。例えばCFG_TC1が、32ビット浮動小数点値0xBAC9D9D3として保存される値1.54e-3を持つと仮定します。このデータは以下のように保存されます(表3を参照)。

表3. CFG_TC1ロング・ワードの保存の例

I ² Cレジスタ・アドレス	バイト値
0x56	0xD3
0x57	0xD9
0x58	0xC9
0x59	0xBA

ロング・ワード全体を読み出すには4つのバイト読み出しトランザクションまたは2つのワード読み出しトランザクションが必要です。ロング・ワード全体を書き込むにはアドレス0x56～0x59の4つのバイト書き込みトランザクションが必要です。

データ:最大／最小レジスタ値

一部の構成レジスタ(例:CFG_VS3_25C)には最大または最小許容値があります。各レジスタの制限値(存在する場合)をI²Cレジスタの説明のセクションに示します。構成レジスタに最大／最小制限値から外れる値を書き込んだ場合、LT8491はそのレジスタの内容を工場出荷時のデフォルトのレジスタ値に自動的に変更します。

データ:アクセス許可

各種領域に対するI²C読み出しおよび書き込みアクセスには条件があります。表4と表5に、各種領域にアクセスするために必要な条件を示します。レジスタに書き込もうとしても、書き込みアクセス許可が拒否されている場合、そのデータは無視され、アドレス指定した位置に書き込まれません。ある位置から読み出そうとしても、読み出しアクセス許可が拒否されている場合、返されるデータはオール・ゼロです。

表4と表5に示すように、起動が完了した後、ほとんどのアドレス位置は無条件に読み出せます。しかし、EEPROM書き込み実行中は、ブート領域も読み出せず、その間は0x00が返されます。

動作

表4. レジスタのアクセス許可(制御領域を除く)

メモリ領域	レジスタ名	I ² Cレジスタのアドレス範囲	読み出しアクセス	書き込みアクセス
Telemetry	All	0x00-0x11	常時 ¹	禁止
Status	All	0x12-0x1F	常時 ¹	禁止
Configuration	All	0x28-0x5B	常時 ¹	CHRG_LOGIC_ON = 0 ³ かつ CTRL_EE_WRT_EN ≠ 0xCCかつ SYSTEM_BUSY = b00 ³ の場合のみ
Manufacturer	All	0x5D-0x61	常時 ¹	禁止
Boot	All	0x88-0xBD	常時 ^{1,2}	禁止 EEPROM:書き込みのセクションを参照

1. チップに電力が供給されていない場合と、起動シーケンス中にI²Cインターフェースがまだ有効化されていない場合を除きます。

2. EEPROM書き込み動作が発生している場合を除きます。これは、STAT_SYSTEM→SYSTEM_BUSYからの10bの読み出し、またはCTRL_WRT_TO_BOOT→RDY_BUSYからの1の読み出しによって示されます。

3. CHRG_LOGIC_ONは、STAT_CHARGERレジスタの読み出し専用ビットです。このビットは、CTRL_CHRG_ENに0x00が書き込まれると間もなくクリアされます。SYSTEM_BUSYは、STAT_SYSTEMレジスタの読み出し専用ビットです。

表5. 制御領域のアクセス許可

レジスタ名	I ² Cレジスタ・アドレス	読み出しアクセス	書き込み条件			
			CHRG_LOGIC_ON ³ = 0	CTRL_EE_WRT_EN ≠ 0xCC	CTRL_EE_WRT_EN = 0xCC	SYSTEM_BUSY ³ = 00b
CTRL_WRT_TO_BOOT	0x20	Always ¹	✓		✓	✓
CTRL_EE_WRT_EN	0x21		✓			✓
CTRL_HALT_STARTUP	0x22					
CTRL_CHRG_EN	0x23		✓ ⁴	✓		✓
CTRL_RESTART_CHIP	0x24		✓			✓
CTRL_RESET_FLAG	0x25					✓
CTRL_UPDATE_TELEM	0x26		✓	✓		✓
Reserved	0x27	この予備レジスタへの書き込みは常に無視されます。				

4. CHRG_ENビットに1を書き込む場合にのみ必要です。

全てのI²Cバイトライト・レジスタには、データを受け付ける条件があります。これらの条件は、充電実行中のチャージャ構成に対する変更を防止し、設定および／またはEEPROMに対する不用意な変更を防止するのに役立ちます。

起動シーケンス

図6に、LT8491の起動シーケンスを示します。詳細の一部は記載されていません。このシーケンスは、V_{DD}ピンの電圧が2.7V(代表値)を上回ると開始します。デバイスに既に電力が供給されており、かつCTRL_CHRG_EN = 0である場合、CTRL_RESTART_CHIPに0x99を書き込むことで起動シーケンスを再度開始できます。

起動シーケンスの最初に、I²Cインターフェースは無効化され、遠隔測定、ステータス、コントロール・レジスタのデフォルト値が設定されます(I²Cレジスタ・マップのセクションを参照)。

次に、EEPROMブート領域と工場出荷時の設定値のCRCが実行されます。ブート領域がCRCで不合格になった場合、CRCに合格するまで、またはCTRL_HALT_STARTUPに0x5Aを書き込むことでプロセスが割り込まれるまで、いつまでもLT8491はCRCを再計算します。起動が中断された場合、起動を完了させる前に構成レジスタは工場出荷時のデフォルト値(I²Cレジスタ・マップを参照)に戻ります。工場出荷時の設定値がCRCで不合格になった場合、CRCに合格

動作

するまで、いつまでもLT8491はCRCを再計算します。CRCの詳細については、CRC演算のセクションを参照してください。

ブートCRCおよび工場出荷時のCRCに合格した場合、STAT_SYSTEM→BOOT_SUCCESSビットが1に設定されます。続いてCTRL_CHRG_ENが、EEPROMのBOOT_

MISCから読み出した値でプリセットされます。これは、シーケンスの終わりに充電を自動的に開始するかどうかを決定します。

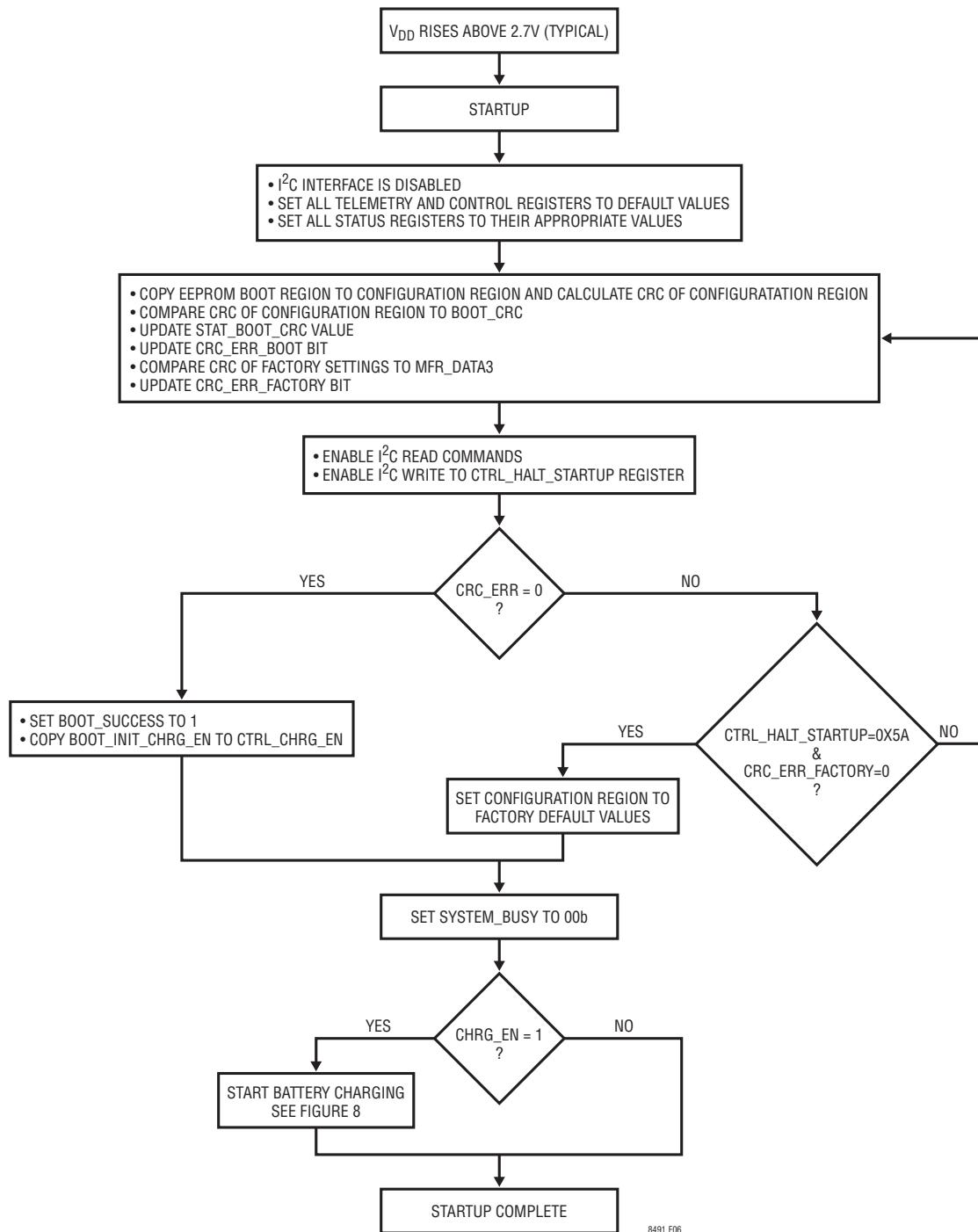


図6. 起動シーケンス

動作

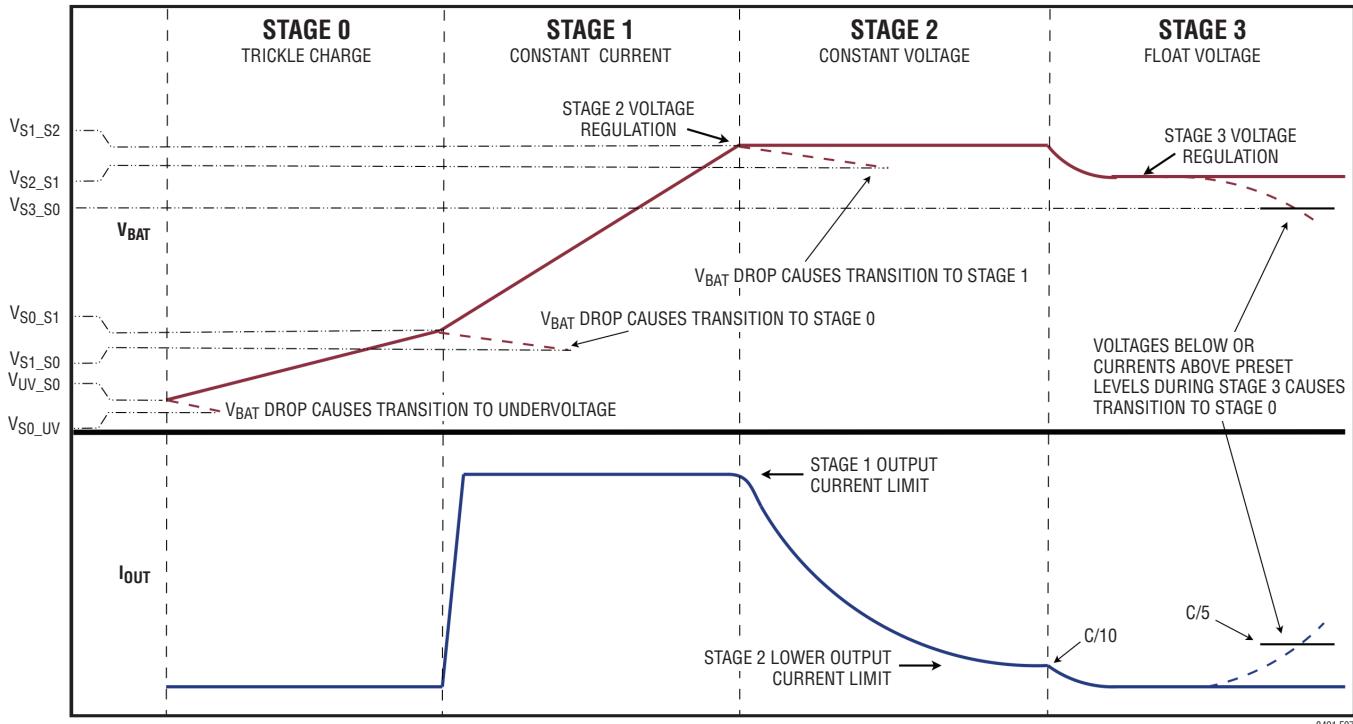


図7. 代表的なバッテリ充電サイクル

8491 F07

バッテリ充電アルゴリズム

LT8491はCCCV充電アルゴリズムを実装しています。図7に、理想的な充電プロファイルを示します。一定の温度と適切な入力電力を仮定します。バッテリ温度およびパネル照度条件が変化するにつれて、実際にバッテリで観測される電流と電圧もそれに応じて変化します。

図8に、充電アルゴリズムのフローチャートを示します。必要に応じてアルゴリズムを設定するため、多くの選択肢を提供しています。これらの選択肢には以下のものがあります。

- ステージ3を有効にするかどうか
- $I_{OUT} < C/10$ になった場合に充電を停止するかどうか
- タイマーのタイムアウトで障害を表示するかどうか
- 各種自動再開オプション

図8の下部の脚注に、アルゴリズムの設定可能な側面と関連する閾値を示します。

ステージ0:トリクル充電

ステージ0では、LT8491はハードウェアで設定される低減された定電流でバッテリを充電します(ハードウェア設定:出力電流検出および制限のセクションを参照)。このステージは通常、バッテリ電圧がステージ2バッテリ電圧制限値(V_{S2})の35%~70%である場合に適用されます。しかし、ステージ0のバッテリ閾値は I^2C で設定できます(ステージ0、1、3の V_{BAT} 設定のセクションを参照)。ステージ0の充電は、STAT_CHARGERレジスタのCHRG_STAGEビットが000bかつCHRG_LOGIC_ONビットが1の場合として示されます。

ステージ1:最大限の定電流

バッテリ電圧が高い場合、LT8491はステージ1に移行し、最大限の定電流でバッテリを充電します(ハードウェア設定:出力電流検出および制限のセクションを参照)。ステージ1は通常、バッテリ電圧がステージ2バッテリ電圧制限値の70%~98%である場合に適用されます。ステージ1に移行するための閾値は I^2C で設定できます(ステージ0、1、3の

動作

V_{BAT} 設定のセクションを参照)。バッテリ充電の業界では、ステージ1はしばしばバルク充電と呼ばれています。しかし、本書ではこのステージを引き続き「ステージ1」と呼びます。ステージ1の充電は、STAT_CHARGER レジスタの CHRG_STAGE ビットが 001b かつ CHRG_LOGIC_ON ビットが 1 の場合として示されます。

ステージ2: 定電圧

ステージ2では、LT8491は定電圧(V_{S2})までバッテリを充電します。この定電圧ステージは、バッテリ電圧がステージ2電圧の98% (代表値) を上回る場合に適用されます。ステージ2はしばしばフロート充電(リチウムイオン・バッテリの場合)、吸収充電(鉛酸バッテリの場合)と呼ばれています。混乱を避けるため、本書ではこの段階を「ステージ2」と呼びます。ステージ2の充電は、STAT_CHARGER レジスタの CHRG_STAGE ビットが 010b かつ CHRG_LOGIC_ON ビットが 1 の場合として示されます。

ステージ2の充電は通常、出力電流(I_{OUT})が $C/10$ を下回るまで続けます。チャージャがステージ2から移行する方法を設定するための選択肢を提供しています。これらの選択肢には以下があります。

- $I_{OUT} < C/10$ になった場合に充電を終了します。
- ステージ2のタイマーがタイムアウトした場合に充電を終了します。
- $I_{OUT} < C/10$ になった場合にステージ3に移行します。
- いつまでもステージ2で充電を続けます。

図8の脚注に、これらの選択肢に対応する各I²C構成レジスタを示します。

ステージ3:(オプション)低減された定電圧

ステージ3は、CFG_CHRG_MISC レジスタで任意に有効化できます。ステージ3では、LT8491は低減された定電圧でバッテリを充電します。鉛酸バッテリの場合、ステージ3はしばしばフロート充電と呼ばれています。本書ではこのステージを引き続き「ステージ3」と呼びます。ステージ3の充電は、STAT_CHARGER レジスタの CHRG_STAGE ビットが 011b かつ CHRG_LOGIC_ON ビットが 1 の場合として示されます。

充電終了

充電終了の場合、電力段は無効化され、充電は完了します。これは、STAT_CHARGER レジスタの CHRG_STAGE ビットが 100b かつ CHRG_LOGIC_ON ビットが 1 の場合として示されます。チャージャのバッテリ側に関連する一部の遠隔測定が制限される場合があるとしても、遠隔測定アクイジョンは通常継続されます(遠隔測定: アクイジョンのセクションを参照)。また、一部の遠隔測定値が収集され続けたとしても充電障害は報告されません。充電終了時の充電の再開は、以下の4つの方法で行うことができます。

- チャージャ制御イネーブル・ビットをローからハイにトグルすることで充電を再開できます(CTRL_CHRG_EN レジスタの説明を参照)。
- チャージャは、各種条件の下で自動的に再開するように設定できます(自動起動の設定のセクションを参照)。
- チャージャは、電源を一度切って入れ直すことでリセットできます。
- CFG_INIT_CHRG_EN がセットされている場合、CTRL_CHRG_EN がクリアされている間は、チップ再起動コマンドを発行することでもチャージャは再起動します(CTRL_RESTART_CHIP レジスタの説明を参照)。

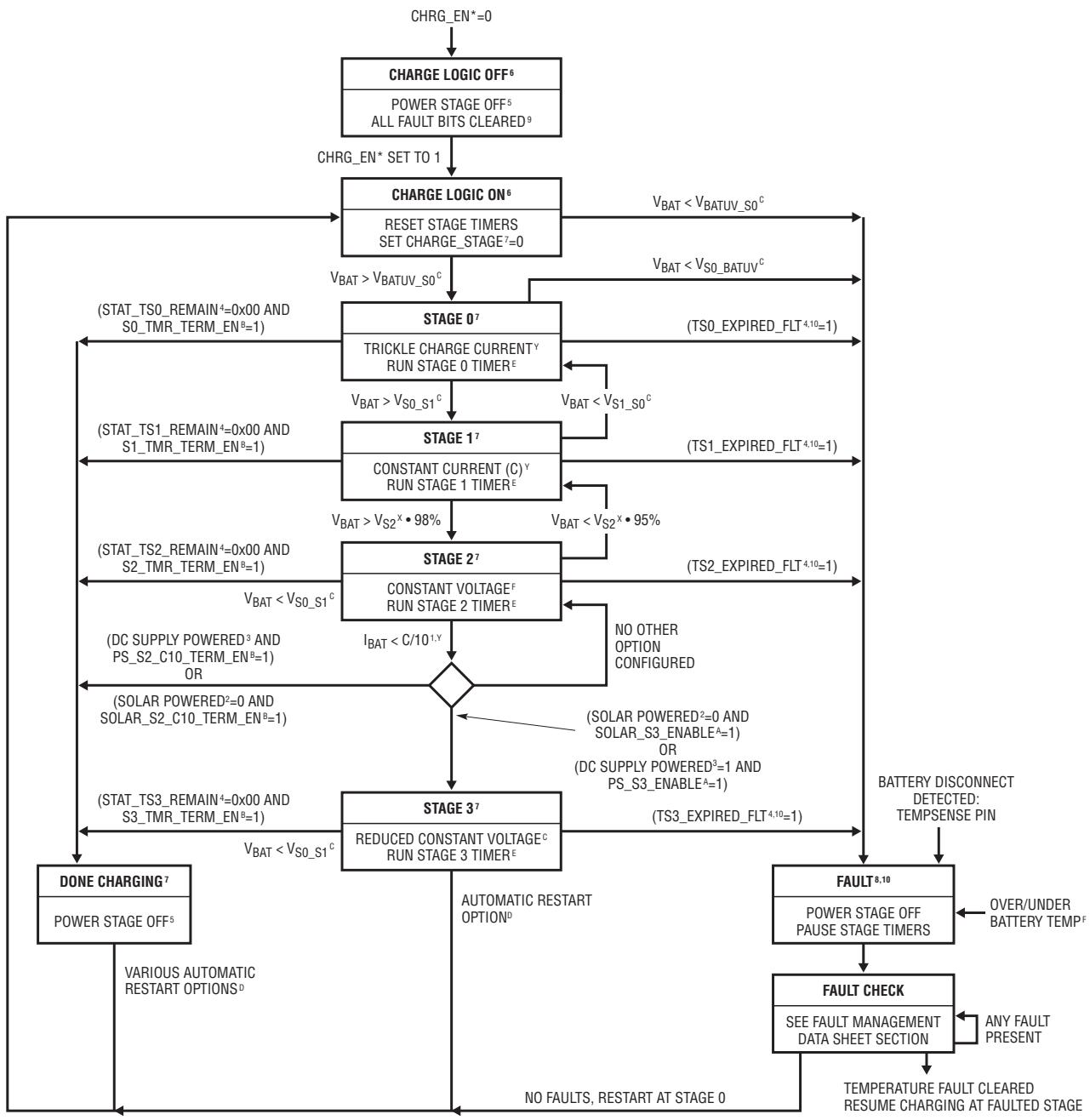
充電障害

充電ロジックがオンであり(STAT_CHARGER → CHRG_LOGIC_ON = 1)、かつチャージャが入力UVLO条件でない(STAT_SUPPLY → VIN_UVLO = 0)間、LT8491は定期的に以下の障害条件を優先的に監視しています。

- V_{BAT} が低すぎて充電不能
- バッテリ温度が低すぎて充電不能
- バッテリ温度が高すぎて充電不能
- バッテリ遮断
- ステージ・タイマーのタイムアウト(ステージ・タイマーのタイムアウトを障害にするように設定されている場合。充電に時間がかかりすぎることを示します。)

これらの障害はSTAT_CHRGFAULTS レジスタで報告されます。各障害ビットとその発生源の詳細については、本データシートのレジスタ・セクションを参照してください。

動作

^{i2C} CONFIGURATION

- A: SEE CONFIGURE MISC.
- B: SEE CONFIGURE TERMINATION
- C: SEE CONFIGURE V_{BAT} FOR STAGES 0, 1, AND 3
- D: SEE CONFIGURE AUTOMATIC RESTART
- E: SEE CONFIGURE STAGE TIMEOUT LIMITS
- F: SEE CONFIGURE TEMPERATURE FAULT LIMITS

^{i2C} CONTROL*: ^{i2C} CONTROL BIT SETTING

HARDWARE CONFIGURABLE

- X: SEE HW CONFIG: V_{BAT} IN STAGE 2 (V_{S2})
- Y: (C) AND THE TRICKLE CURRENT ARE HW CONFIGURABLE: SEE HW CONFIG: OUTPUT CURRENT SENSE AND LIMIT

INDICATED IN ^{i2C} STATUS REGISTERS

- 1: GT_C10=0 STAT_CHARGER
- 2: PS_OR_SOLAR=0 IN STAT_SUPPLY
- 3: PS_OR_SOLAR=1 IN STAT_SUPPLY
- 4: TIMERS DONT OPERATE WHEN SOLAR POWERED
- 5: SWEN0=0 IN STAT_SYSTEM
- 6: CHARG_LOGIC_ON BIT IN STAT_CHARGER
- 7: CHARG_STAGE BITS IN STAT_CHARGER
- 8: CHARG_FLT=1 IN STAT_CHARGER
- 9: STAT_CHRG_FAULTS REGISTER
- 10: STAT_TSx_REMAIN REGISTERS

NOTE: IF V_{BAT} FALLS BELOW THE V_{S1_S0} THRESHOLD WHILE IN STAGE 2 OR STAGE 3, THE CHARGING ALGORITHM WILL RESET.

8491 F08

図8. LT8491の充電アルゴリズム

Rev. 0

動作

全ての有効な障害は充電を停止させ、ステージ・タイマーのカウントダウンを停止させ、以下のようにステータスが報告されます。

- STAT_CHARGER→CHRG_FAULT = 1となり、障害の存在を示します。
- STAT_CHARGER→CHRG_STAGE が最新の障害値を保持します。
- STAT_CHRG_FAULTS が障害の発生源を示します。
- STAT_SUPPLY→SOLAR_STATE = 000b
- STATUS ピンの表示(表25を参照)

障害が検出された後、通常 LT8491 は障害の存在を監視し続け、障害が存在しなくなると、充電を再開します。しかし、この挙動は、CFG_RSTRT_IN_FLT レジスタの設定値(自動再開の設定のセクションを参照)と以下で決まります。チャージャのバッテリ側に関連する一部の遠隔測定が制限される場合があるとしても、遠隔測定アクイジションは障害中も通常継続されます(遠隔測定: アクイジションのセクションを参照)。

障害は以下のように優先的に監視されます。

- **バッテリ遮断障害:** (BAT_DISCON_FLT = 1) バッテリ遮断障害(TEMPSENSE ピンで測定されます)が発生している場合、この障害を除く全ての障害のチェックが禁止されます。そのため、低 V_{BAT} および V_{BAT} 温度障害はクリアされます。CFG_RSTRT_IN_FLT→NO_RSTRT_ON_DISCON_FLT = 1 の場合、この障害が検出されると、LT8491 は全ての障害のステータスのチェックを中止します。そして、チャージャをリセットするまで、または CHRG_EN 制御ビットでチャージャをオフにしてから再度オンにするまで、充電は再開されません。
- **TBAT バッテリ温度障害:** TBAT 障害中(LOW_TBAT_FLT または HIGH_TBAT_FLT = 1)、LOW_VBAT_FLT ビットは更新されません。CFG_RSTRT_IN_FLT→NO_RESUME_ON_TBAT_FLT = 1 の場合、チャージャをリセットするまで、または CHRG_EN 制御ビットでチャージャをオフにしてから再度オンにするまで、充電は再開されません。

- **ステージ・タイマー・タイムアウト障害:** ステージ・タイマー障害中(TSx_EXPIRED_FLT = 1)、CFG_RSTRT_IN_FLT→NO_RSTRT_ON_VOLTS = 0、かつバッテリ遮断障害も TBAT 障害も発生していない場合、LT8491 は 5 秒ごとに V_{BAT} を測定し、自動再開を開始できるかどうかを確認します。TELE_VBAT レジスタと LOW_VBAT_FLT ビットは、V_{BAT} が新しく測定されたたびに更新されます。

ステージ・タイマー障害中、CFG_RSTRT_IN_FLT→NO_RSTRT_ON_VOLTS = 1 の場合、(1) チャージャをリセットする、(2) CHRG_EN 制御ビットでチャージャをオフにしてから再度オンにする、(3) CFG_RSTRT_IN_FLT→RSTRT_ON_TMR_FLT_HRS 設定値に起因してチャージャが自動的に再開する、のいずれかが行われるまで充電は再開されません。また、充電が再開されるまで LOW_VBAT_FLT ビットは更新されません。

- **低 V_{BAT} 障害:** LOW_VBAT_FLT が発生している唯一の障害である場合(LOW_VBAT_FLT = 1)、V_{BAT} を 1 秒ごとに測定し、チャージャを再開できる電圧に達しているかどうかを確認します。しかし、CFG_RSTRT_IN_FLT→NO_RSTRT_ON_BATLOW_FLT = 1 の場合、チャージャをリセットするまで、または CHRG_EN 制御ビットでチャージャをオフにしてから再度オンにするまで、充電と V_{BAT} 測定は停止します。

最大電力点追従

太陽電池パネルで電力を供給している場合、LT8491 は独自の「山登り法」アルゴリズムを使用して最大電力点を特定します。パネル照度の低速から中程度の速さの変化に対して、このアルゴリズムは正確な MPPT を提供します。また、パネル照度が不均一な場合に偽の最大電力点に長期間とどまらないように、パネルは定期的にフル・スキャンされます。フル・パネル・スキャンの実行頻度は CFG_SCAN_RATE および CFG_SCAN_RATE_LP レジスタで設定できます。

遠隔測定の動作

LT8491 は、バッテリ温度、入力および出力電流、入力および出力電圧、電力、効率等のデジタル遠隔測定を生成します。最新の測定結果は読み出し専用の遠隔測定レジスタ(表9 の I²C レジスタ・マップを参照)に保存されます。ワード・サイズのこれらの値は、ずれたバイトを読み出さないように、I²C ワード読み出しトランザクションを使って読み出す必要があります(I²C: データ転送トランザクションを参照)。

動作

遠隔測定:構成の設定値

TELE_TBAT と TELE_VINR を除く遠隔測定の全ての測定値は、有効な PCB 抵抗値が適切な構成レジスタに書き込まれていることを最初に必要とします（遠隔測定の設定のセクションを参照）。これらのレジスタは、工場出荷時には設定されていません。

遠隔測定:アクイジション

更新された遠隔測定の測定値は、LT8491 の動作条件に応じて様々な頻度で発生します。表 6 に、遠隔測定が得られるタイミングを示します。

LT8491 は、充電ロジックがオンになっている間、定期的に遠隔測定の測定値を更新します。STAT_CHARGER→TELEM_ACTIVE ビットが 1 の場合、遠隔測定レジスタの定期的更新が実行中であり、可能な全ての遠隔測定が、CTRL_CHRG_EN→CHRG_EN が最後に 0 から 1 に設定されてから 1 回以上更新されたことを示します。

充電ロジックがオフになっている場合、遠隔測定は更新を停止し、ほとんどの遠隔測定レジスタはそれらが最後に報告した値を保持します。充電ロジックがオフになっている間に、CTRL_UPDATE_TELEM レジスタに 0xAA を書き込むと一部の測定値が強制的に更新されます。

充電ロジックがオンになっている間、障害が発生している、または充電終了ステージ（バッテリ充電アルゴリズムを参照）に達した場合、LT8491 の遠隔測定の測定機能は制限

されます。これは、バッテリからの放電電流を低減するため、出力帰還分圧器が（任意に）遮断され、出力電流検出アンプが無効化されることに起因します。そのため、これらのステージでの遠隔測定アクイジションは制限されます（表 6 を参照）。

CRC 演算

LT8491 は、起動中または EEPROM 書込み時に CRC を計算します。CRC はユーザ設定情報の整合性を確認し、無効なデータによる自己起動を防止します。参考のため表 7 に、CRC 演算に関連する I²C レジスタの一覧を示します。

起動中、LT8491 はブート領域と工場出荷時の設定値の CRC を計算します。計算結果は、各 EEPROM 位置に保存されている期待値と比較されます。起動シーケンスを継続するには、計算値と期待値が一致する必要があります。詳細については、起動シーケンスのセクションを参照してください。BOOT_CRC と MFR_DATA3 の値は工場出荷時にプリセットされています。EEPROM を変更すると常に BOOT_CRC は正しい値に自動的に更新されます。詳細については、EEPROM: 書込みのセクションを参照してください。

BOOT_CRC は、アドレス 0x28～0x5B（構成レジスタ）に位置する 52 バイトのデータ、または EEPROM 内に位置する対応する 52 バイトから計算されます。その計算には、CRC-16-ANSI 多項式 ($x^{16} + x^{15} + x^2 + 1$) が使われます。

表 6. 遠隔測定アクイジション

遠隔測定 レジスタ	チャージャが有効である場合 (STAT_CHARGER→TELEM_ACTIVE = 1)			チャージャが無効である場合 (STAT_CHARGER→TELEM_ACTIVE = 0)
	その他のステージ	充電終了ステージ	障害	
TELE_VBAT	これらの 9 つのレジスタに関して遠隔測定が定期的に更新されます。	バッテリ遮断障害中を除き、遠隔測定は 1 秒ごとに更新されます。	これらの 5 つのレジスタに関して遠隔測定が定期的に更新されます。	これらの 6 つのレジスタはそれらの最新の値を保持します。遠隔測定値は、CTRL_UPDATE_TELEM に 0xAA が書き込まれた場合にのみ更新されます。
TELE_VIN				
TELE_VINR				
TELE_IIN				
TELE_PIN				
TELE_TBAT				
TELE_IOUT				
TELE_POUT				
TELE_EFF			読み出すと最新の測定値が返されます。CTRL_UPDATE_TELEM に 0xAA が書き込まれた場合、遠隔測定値は初期値に更新されます。	

動作

表7. CRC関連レジスタのまとめ

メモリ領域	レジスタ名	I ² Cレジスタ・アドレス	CRC演算の説明	参照ページ
Status	STAT_SYSTEM	0x13	起動CRC計算エラーと起動CRC計算ステータスを示します。	35
	STAT_BOOT_CRC	0x1C	LT8491がブート領域から計算した最新のCRCの結果です。	38
	STAT_CFG_CRC	0x1E	LT8491が構成領域から計算した最新のCRCの結果です。	38
Control	CTRL_WRT_TO_BOOT	0x20	EEPROMへの書き込みと、STAT_BOOT_CRCおよびSTAT_CFG_CRC値の再計算を開始します。	39
	CTRL_HALT_STARTUP	0x22	CRCが失敗した場合、起動CRC計算およびチェックを中断します。	40
Boot	BOOT_CRC	0xBC	ブート領域のCRC結果の期待値です。	-

EEPROMの動作

電源を落とす際に、内蔵する不揮発性EEPROMがデータを保存します。起動中、このデータはEEPROMのブート領域から構成レジスタにコピーされます(起動シーケンスのセクションを参照)。参考のため表8に、EEPROMの動作に関するLT8491のI²Cレジスタの一覧を示します。

EEPROM:起動

LT8491の初期設定は、起動またはチップ・リセット中にEEPROMからコピーされます。詳細については、起動シーケンスのセクションを参照してください。

EEPROM:読み出し

EEPROMのブート領域はI²Cレジスタ・アドレス0x88～0xBDから読み出されます。データの詳細については、I²Cレジスタ・マップを参照してください。EEPROM書き込み動作中にEEPROMを読み出そうとした場合、ゼロが返されることに注意します。

EEPROM:書き込み

I²Cインターフェース経由でEEPROMに直接書き込むことはサポートされていません。代わりに、(1)構成レジスタをEEPROMのブート領域にコピーする、(2)ブート領域を工場出荷時のデフォルト値に戻す、のどちらかをLT8491に命令できます。EEPROMに対する不用意な書き込みまたはチャージャの意図しない動作を防止するため、以下の条件が全て満たされた場合のみEEPROMは変更されます。

- 充電ロジックがオフになっています(STAT_CHARGER→CHRG_LOGIC_ON = 0)。
- システムがビジー状態ではありません(STAT_SYSTEM→SYSTEM_BUSY = 00b)。
- EEPROM書き込み機能が有効です(CTRL_EE_WRT_EN = 0xCC)。

以上の条件が満たされている場合、CTRL_WRT_TO_BOOTレジスタに書き込んだ後にEEPROMの書き込み動作が開始します。

表8. EEPROM関連レジスタのまとめ

メモリ領域	レジスタ名	I ² Cレジスタ・アドレス	EEPROM関連機能の説明	参照ページ
Status	STAT_SYSTEM	0x13	EEPROMへの書き込みの実行でシステムがビジー状態であるかどうかを示します。 EEPROMブート領域でCRCエラーが検出されたかどうかを示します。	35
	STAT_BOOT_CRC	0x1C	LT8491が計算した最新のブート領域CRCの結果を示します。	38
Control	CTRL_WRT_TO_BOOT	0x20	EEPROMへの書き込みとブート領域CRCの再計算を開始します。	39
	CTRL_EE_WRT_EN	0x21	EEPROMへの書き込みを許可するには0xCCを書き込む必要があります。	
Configuration	この領域の全レジスタ	0x28-0x5B	起動中、EEPROM内のデータはこれらの構成領域レジスタにコピーされます。 これらのレジスタの内容はEEPROMブート領域に再度コピーできます。	16
Boot	この領域の全レジスタ	0x88-0xBD	これらのアドレス範囲をI ² Cで読み出すとブートEEPROMの内容が返されます。	17

動作

構成レジスタをEEPROMにコピー:CTRL_WRT_TO_BOOT
レジスタに0x30を書き込むことで、構成レジスタの内容がEEPROMのブート領域にコピーされます。このコピー・コマンドは以下の動作を実行します。

- この動作のステータスは、CTRL_WRT_TO_BOOTレジスタ内にBUSY_RDY = 1、WRITE_FAIL = 0、WRITE_SUCCESS = 0として示されます。また、STAT_SYSTEM→SYSTEM_BUSY = 10b、STAT_SYSTEM→CRC_ERROR_BOOT = 0となります。
- I²Cアドレス0x28～0x5Bに位置する構成レジスタのデータはブート領域にコピーされます。
- 構成レジスタ・データのCRCが計算され、STAT_CFG_CRCとBOOT_CRCに書き込まれます。
- ブート領域が読み出され、構成領域に対して検証されます。不一致があるとCTRL_WRT_TO_BOOT→WRITE_FAILビットがセットされます。
- ブート領域のCRCが計算され、STAT_BOOT_CRCレジスタに書き込まれます。
- STAT_CFG_CRCまたは新しいSTAT_BOOT_CRCの値がBOOT_CRCと一致しない場合、STAT_SYSTEM→CRC_ERR_BOOT = 1とCTRL_WRT_TO_BOOT→WRITE_FAIL = 1でCRCエラーが示されます。
- それ以外の場合、CTRL_WRT_TO_BOOT→WRITE_SUCCESS = 1で書込み動作の成功が示されます。
- 最後に、CTRL_WRT_TO_BOOT→BUSY_RDYがクリアされ、STAT_SYSTEM→SYSTEM_BUSYが00bにクリアされます。
- これらの全ての手順を経るのに約200msが必要です。

工場出荷時のデフォルト値の復元:CTRL_WRT_TO_BOOT
レジスタに0x57を書き込むことで、ブート・データを工場出荷時のデフォルト値に戻せます。I²Cレジスタ・マップのセクションに、これらのデフォルト値を示します。この復元コマンドは以下の動作を実行します。

- この動作のステータスは、CTRL_WRT_TO_BOOTレジスタ内にBUSY_RDY = 1、WRITE_FAIL = 0、WRITE_SUCCESS = 0として示されます。また、STAT_SYSTEM→SYSTEM_BUSY = 10b、STAT_SYSTEM→CRC_ERROR_BOOT = 0となります。
- BOOT_CRC等の工場出荷時のデフォルト値はブート領域に書き込まれます。
- ブート領域のCRCが計算され、その計算値でSTAT_BOOT_CRCステータス・レジスタが更新されます。
- 新しいSTAT_BOOT_CRC値がBOOT_CRCと一致しない場合、STAT_SYSTEM→CRC_ERR_BOOT = 1とCTRL_WRT_TO_BOOT→WRITE_FAIL = 1でCRCエラーが示されます。
- それ以外の場合、CTRL_WRT_TO_BOOT→WRITE_SUCCESS = 1で書込み動作の成功が示されます。
- 最後に、CTRL_WRT_TO_BOOT→BUSY_RDYがクリアされ、STAT_SYSTEM→SYSTEM_BUSYが00bにクリアされます。
- これらの全ての手順を経るのに約200msが必要です。

この動作は構成レジスタのデータを全く変更しないことに注意します。チップを再開し、工場出荷時の設定値を構成レジスタに自動的にコピーする方法については、CTRL_RESTART_CHIPレジスタを参照してください。

I²Cレジスタ・マップ

まとめ表

メモリ領域	レジスタ名	I ² C レジスタ・ アドレス	サイズ	参照 ページ	レジスタの簡単な説明	デフォルト 値	デフォルト値の説明
Telemetry	TELE_TBAT	0x00	Word	30	バッテリの温度	0x7FFF	この値がまだ測定されていないことを示します。
	TELE_POUT	0x02	Word		出力電力	0x0000	チャージャがまだオンになっていません。
	TELE_PIN	0x04	Word		入力電力	0x0000	チャージャがまだオンになっていません。
	TELE_EFF	0x06	Word		チャージャの効率	0x0000	チャージャがまだオンになっていません。
	TELE_IOUT	0x08	Word		出力電流	0x0000	チャージャがまだオンになっていません。
	TELE_IIN	0x0A	Word		入力電流	0x0000	チャージャがまだオンになっていません。
	TELE_VBAT	0x0C	Word		バッテリ電圧	0x0000	この値がまだ計算されていないことを示します。
	TELE_VIN	0x0E	Word		FBINピンで測定された入力電圧	0x0000	この値がまだ計算されていないことを示します。
	TELE_VINR	0x10	Word		VINRピンで測定された入力電圧	0xFFFF	この値がまだ計算されていないことを示します。
Status	STAT_CHARGER	0x12	Byte	34	チャージャ・ステータス	0x00	充電は停止しています。
	STAT_SYSTEM	0x13	Byte		システム・ステータス	-	現在のシステム・ステータスを示します。
	STAT_SUPPLY	0x14	Byte		入力電源ステータス	-	現在の電源ステータスを示します。
	STAT_TSO_REMAIN	0x15	Byte		ステージ0制限タイマー	0xFF	ステージ0の時間制限はありません。
	STAT_TS1_REMAIN	0x16	Byte		ステージ1制限タイマー	0xFF	ステージ1の時間制限はありません。
	STAT_TS2_REMAIN	0x17	Byte		ステージ2制限タイマー	0xFF	ステージ2の時間制限はありません。
	STAT_TS3_REMAIN	0x18	Byte		ステージ3制限タイマー	0xFF	ステージ3の時間制限はありません。
	STAT_CHRG_FAULTS	0x19	Byte		充電障害の発生源	0x00	障害は発生していません。
	STAT_VERSION	0x1A	Byte		LT8491のバージョン・コード	0x00	-
	Reserved	0x1B	Byte		予備	-	予備
	STAT_BOOT_CRC	0x1C	Word		ブート領域CRC計算値	-	ブート領域の内容で決まります。
	STAT_CFG_CRC	0x1E	Word		構成領域CRC計算値	-	ブート領域の内容で決まります。
Control	CTRL_WRT_TO_BOOT	0x20	Byte	39	EEPROMへの書き込み	0x00	EEPROMの書き込みが開始されていません。
	CTRL_EE_WRT_EN	0x21	Byte		EEPROM書き込みの有効化	0x00	EEPROMの書き込みが有効化されていません。
	CTRL_HALT_STARTUP	0x22	Byte	40	起動CRCチェックの中断	0x00	読み出すと常に0x00が返されます。
	CTRL_CHRG_EN	0x23	Byte		チャージャのイネーブル／ディスエーブル	-	起動シーケンスのセクションを参照してください。
	CTRL_RESTART_CHIP	0x24	Byte		LT8491の再起動	0x00	読み出すと常に0x00が返されます。
	CTRL_RESET_FLAG	0x25	Byte		リセット・フラグ	0x01	LT8491がリセットされたことを示します。
	CTRL_UPDATE_TELEM	0x26	Byte		充電ロジックがオフの場合に遠隔測定の測定および更新を実行します。	0x00	遠隔測定の更新が開始されていません。
	Reserved	0x27	Byte		予備	-	予備

I²Cレジスタ・マップ

メモリ領域	レジスタ名	I ² C レジスタ・ アドレス	サイズ	参照 ページ	レジスタの簡単な説明	デフォルト 値	デフォルト値の説明
Configuration	CFG_RSENSE1	0x28	Word	42	PCB 抵抗値	起動中に EEPROM からコピーされます。工場出荷時の設定値については、この表のブート・レジスタを参照してください。	
	CFG_RIMON_OUT	0x2A	Word		PCB 抵抗値		
	CFG_RSENSE2	0x2C	Word		PCB 抵抗値		
	CFG_RDAC0	0x2E	Word		PCB 抵抗値		
	CFG_RFBOUT1	0x30	Word		PCB 抵抗値		
	CFG_RFBOUT2	0x32	Word		PCB 抵抗値		
	CFG_RDAC1	0x34	Word		PCB 抵抗値		
	CFG_RFBIN2	0x36	Word		PCB 抵抗値		
	CFG_RFBIN1	0x38	Word		PCB 抵抗値		
	CFG_INIT_CHRG_EN	0x3A	Byte	45	IC 起動後の自動的な充電開始		
	CFG_VS3_25C	0x3B	Byte		ステージ3の25°CでのV _{BAT}		
	CFG_UV_S0	0x3C	Byte		ステージ0のV _{BAT} 電圧の最小値		
	CFG_SO_UV	0x3D	Byte		低VBAT電圧		
	CFG_SO_S1	0x3E	Byte		ステージ0のV _{BAT} 電圧の最大値		
	CFG_S1_S0	0x3F	Byte		ステージ1のV _{BAT} 電圧の最小値		
	CFG_TBAT_MIN	0x40	Byte	50	バッテリの温度の最小値		
	CFG_TBAT_MAX	0x41	Byte		バッテリの温度の最大値		
	CFG_TMR_S0	0x42	Byte	51	ステージ0の時間制限		
	CFG_TMR_S1	0x43	Byte		ステージ1の時間制限		
	CFG_TMR_S2	0x44	Byte		ステージ2の時間制限		
	CFG_TMR_S3	0x45	Byte		ステージ3の時間制限		
	CFG_RSTRT_IN_FLT	0x46	Byte	52	障害時の自動再開		
	CFG_RSTRT_IN_DONEA	0x47	Byte		充電終了時の自動再開 スレッショルド電圧		
	CFG_RSTRT_IN_DONEB	0x48	Byte		充電終了時の 自動再開遅延時間		
	CFG_RSTRT_IN_S3	0x49	Byte		ステージ3にある場合の自動再開		
	CFG_TERMINATE	0x4A	Byte	55	充電終了オプション		
	CFG_SCAN_RATE_LP	0x4B	Byte		LP の全パネル・スキャン・レート		
	CFG_SCAN_RATE	0x4C	Byte		全パネル・スキャン・レート		
	CFG_CHRG_MISC	0x4D	Byte		その他のチャージャ設定値		
	CFG_TC3	0x4E	Long Word	58	温度係数		
	CFG_TC2	0x52			温度係数		
	CFG_TC1	0x56			温度係数		
	CFG_USER_CODE	0x5A	Word	59	ユーザ入力データの書き込み		
Manufacturer	MFR_DATA1	0x5C	Word		メーカー・データ		
	MFR_DATA2	0x5E	Word		メーカー・データ		
	MFR_DATA3	0x60	Word		メーカー・データ		
				60	メーカー・データ	-	量産時に計算されます。
					メーカー・データ	-	量産時に計算されます。
					メーカー・データ	-	量産時に計算されます。

I²Cレジスタ・マップ

メモリ領域	レジスタ名	I ² C レジスタ・ アドレス	サイズ	参照 ページ	レジスタの簡単な説明	デフォルト 値	デフォルト値の説明
Boot (EEPROM)	BOOT_RSENSE1	0x88	Word	42	PCB 抵抗値	0x0000	お客様が設定する必要があります。
	BOOT_RIMON_OUT	0x8A	Word		PCB 抵抗値	0x0000	お客様が設定する必要があります。
	BOOT_RSENSE2	0x8C	Word		PCB 抵抗値	0x0000	お客様が設定する必要があります。
	BOOT_RDAC0	0x8E	Word		PCB 抵抗値	0x0000	お客様が設定する必要があります。
	BOOT_RFBOUT1	0x90	Word		PCB 抵抗値	0x0000	お客様が設定する必要があります。
	BOOT_RFBOUT2	0x92	Word		PCB 抵抗値	0x0000	お客様が設定する必要があります。
	BOOT_RDAC1	0x94	Word		PCB 抵抗値	0x0000	お客様が設定する必要があります。
	BOOT_RFBIN2	0x96	Word		PCB 抵抗値	0x0000	お客様が設定する必要があります。
	BOOT_RFBIN1	0x98	Word		PCB 抵抗値	0x0000	お客様が設定する必要があります。
	BOOT_INIT_CHRG_EN	0x9A	Byte	45	IC起動後の自動的な充電開始	0x00	起動後に自動的には充電を開始しません。
Boot (EEPROM)	BOOT_VS3_25C	0x9B	Byte		ステージ3の25°CでのV _{BAT}	0x6B	V _{S3} = V _{S2} の95.7%
	BOOT_UV_S0	0x9C	Byte		ステージ0のV _{BAT} 電圧の最小値	0x46	V _(UV_S0) = V _{S2} の35%
	BOOT_SO_UV	0x9D	Byte		低V _{BAT} 電圧	0x3E	V _(SO_UV) = V _{S2} の31%
	BOOT_SO_S1	0x9E	Byte		ステージ0のV _{BAT} 電圧の最大値	0x8C	V _(SO_S1) = V _{S2} の70%
	BOOT_S1_SO	0x9F	Byte		ステージ1のV _{BAT} 電圧の最小値	0x84	V _(S1_SO) = V _{S2} の66%
	BOOT_TBAT_MIN	0xA0	Byte	50	バッテリの温度の最小値	0x00	低温障害制限値は0°Cです。
	BOOT_TBAT_MAX	0xA1	Byte		バッテリの温度の最大値	0x32	過熱障害制限値は50°Cです。
	BOOT_TMR_S0	0xA2	Byte	51	ステージ0の時間制限	0x00	時間制限はありません。
	BOOT_TMR_S1	0xA3	Byte		ステージ1の時間制限	0x00	時間制限はありません。
	BOOT_TMR_S2	0xA4	Byte		ステージ2の時間制限	0x00	時間制限はありません。
	BOOT_TMR_S3	0xA5	Byte		ステージ3の時間制限	0x00	時間制限はありません。
Boot (EEPROM)	BOOT_RSTRT_IN_FLT	0xA6	Byte	52	障害時の自動再開	0x20	RSTART_ON_TMR_FLT_HRS = 1時間 NO_RSTRT_ON_VOLTS = 0 NO_RSTRT_ON_DISCON_FLT = 0 NO_RSTRT_ON_BATLOW_FLT = 0 NO_RSTRT_ON_TBAT_FLT = 0
	BOOT_RSTRT_IN_DONEA	0xA7	Byte		充電終了時の自動再開 スレッショールド電圧	0x00	充電終了時に自動的には充電を再開しません。
	BOOT_RSTRT_IN_DONEB	0xA8	Byte		充電終了時の自動再開遅延時間	0x04	RSTART_IN_DONE_HRS = 2時間
	BOOT_RSTRT_IN_S3	0xA9	Byte		ステージ3にある場合の自動再開	0x01	RSTART_S3_C5_VS3 = 1
	BOOT_TERMINATE	0xAA	Byte	55	充電終了オプション	0x08	S3_TMR_TERM_EN = 1
	BOOT_SCAN_RATE_LP	0xAB	Byte		LPの全パネル・スキャン・レート	0x1F	8.5分ごとに全パネル・スキャンを行います。
	BOOT_SCAN_RATE	0xAC	Byte		全パネル・スキャン・レート	0x0B	3分ごとに全パネル・スキャンを行います。
	BOOT_CHRG_MISC	0xAD	Byte		その他のチャージャ設定値	0x08	以下の場合、V _{S3} を使います。 ステージ2が無効、 LPモードが有効、 ステージ3が無効、 温度補償が無効。
	BOOT_TC3	0xAE	Long Word	58	温度係数	0xB41F-FCCF	係数 = -1.49e-7
	BOOT_TC2	0xB2	温度係数		0x3760-D090	係数 = 1.34e-5	
	BOOT_TC1	0xB6	温度係数		0xBAE9-D9D3	係数 = -1.54e-3	
Boot (EEPROM)	BOOT_USER_CODE	0xBA	Word	59	ユーザ入力データ	0x0000	-
	BOOT_CRC	0xBC	Word	60	ブート領域のCRC結果の期待値	-	ブート領域のCRC結果の期待値です。 デフォルト値は工場出荷時のCRCです。 新しい値をEEPROMに書き込んだ場合、 この値は変化します。

I²Cレジスタ・マップ

注:I²Cレジスタ・アドレス0x62～0x87および0xBE～0xFFは予備の位置です。これらの位置のバイト読出しありはワード読出しを行うとメーカーの予備値が返されます。これらの位置に新しい値を書き込んでも、それらの値は保存されません。

I²Cレジスタの説明

遠隔測定レジスタ

遠隔測定レジスタ(表9とI²Cレジスタ・マップを参照)は読み出し専用であり、LT8491が測定した最新の遠隔測定を示します。ワード・サイズのこれらの値は、ずれたバイトを読み出さないように、I²Cワード読出しトランザクションを使って読み出す必要があります(I²C:データ転送トランザクションを参照)。遠隔測定の詳細については、本データシートで既に述べた遠隔測定動作のセクションを参照してください。

表9. 遠隔測定レジスタのまとめ

レジスタ名	サイズ	I ² Cレジスタ・アドレス	説明	参照ページ
TELE_TBAT	WORD	0x00	TEMPSENSEピンで測定されたバッテリ電圧	30
TELE_POUT	WORD	0x02	チャージャから出力された電力	31
TELE_PIN	WORD	0x04	V _{IN} 電源から入力された電力	31
TELE_EFF	WORD	0x06	チャージャの効率	31
TELE_IOUT	WORD	0x08	V _{BAT} への出力電流	32
TELE_IIN	WORD	0x0A	V _{IN} からの入力電流	32
TELE_VBAT	WORD	0x0C	V _{BAT} 電圧	32
TELE_VIN	WORD	0x0E	FBIRピンで測定されたV _{IN} 電圧	33
TELE_VINR	WORD	0x10	VINRピンで測定されたV _{IN} 電圧	33

TELE_TBAT

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット	単位	フォーマット	例	説明
0x00	[15:0]	°C • 10	Unsigned Integer	40°C = 0x0190 -15°C = 0xFF6A	TEMPSENSEピンで測定された温度を示します。または、バッテリ遮断が検出されたかどうかを示します。

このレジスタは最後に測定されたバッテリ温度(単位:°C)の10倍の値(2の補数、符号付き整数フォーマット)で格納しています。この値は、浮動小数点値に型変換しその結果を10で除算することで°Cに変換できます。温度は、外付けサーミスタ分圧ネットワークを用いてTEMPSENSEピンで測定されます。TELE_TBATはおよそ-45°C～65°Cの間の温度を報告します。しかし、-40°C～60°Cの外では少し精度が落ちます。TELE_TBATのリセット値は0x7FFFです。これは、温度計測がまだ実行されていないことを示します。値0x7777は、バッテリが切り離されたと判断できるほどTEMPSENSEピン電圧が高いことを示します。

関連のデータシート・セクション:遠隔測定の動作、ハードウェア設定:バッテリ温度および遮断検出

I²Cレジスタの説明

TELE_POUT

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット	単位	フォーマット	例	説明
0x02	[15:0]	Watts • 100	Unsigned Integer	210.6W = 0x5244 5.3W = 0x0212	チャージャから出力された電力の計算値

このレジスタは、最後に測定されたチャージャ出力電力を格納しています。この値はワット単位の100倍(符号なし整数フォーマット)です。TELE_POUTは、浮動小数点値に型変換しその結果を100で除算することでワットに変換できます。TELE_POUTは、TELE_IOUTとTELE_VBATの、最後に計算された値の積です。

TELE_POUTを計算するには、以下の遠隔測定構成レジスタに非ゼロ値が格納されている必要があります。CFG_RSENSE2、CFG_RIMON_OUT、CFG_RDACO、CFG_RFBOU1T、CFG_RFBOU2。正しいTELE_POUT値を得るには、これらのレジスタの内容がPCB上のハードウェア値と一致する必要があります。TELE_POUTからの0xFFFFの読み出しは、必要な構成レジスタの1つ以上が0x0000に設定されていることを示します。

関連のデータシート・セクション: 遠隔測定の動作

TELE_PIN

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット	単位	フォーマット	例	説明
0x04	[15:0]	Watts • 100	Unsigned Integer	210.6W = 0x5244 5.3W = 0x0212	チャージャの電源から入力された電力の計算値

このレジスタは最後に測定された、チャージャの電源から入力された電力を格納しています。この値はワット単位の100倍(符号なし整数フォーマット)です。TELE_PINは、浮動小数点値に型変換しその結果を100で除算することでワットに変換できます。TELE_PINは、TELE_IINと、TELE_VINRとTELE_VINのどちらかの最後に計算された値の積です。TELE_VINRは、太陽電池パネルで電力を供給している場合に使います。TELE_VINは、DC電源充電モードを有効にするためVINRピンがローにされている場合に使います。

TELE_PINを計算するには、以下の遠隔測定構成レジスタに非ゼロ値が格納されている必要があります。CFG_RSENSE1と、DC電源で電力を供給している場合、CFG_RDACI、CFG_RFBI1、CFG_RFBI2。正しいTELE_PIN値を得るには、これらのレジスタの内容がPCB上のハードウェア値と一致する必要があります。TELE_PINからの0xFFFFの読み出しは、必要な構成レジスタの1つ以上が0x0000に設定されていることを示します。

関連のデータシート・セクション: 遠隔測定の動作、ハードウェア設定: DC電源による充電

TELE_EFF

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット	単位	フォーマット	例	説明
0x06	[15:0]	%Efficiency • 100	Unsigned Integer	96.21% = 0x2595 84.75% = 0x211B	チャージャの電力効率の計算値

このレジスタは最後に測定された電力変換効率を格納しています。この値は%単位の100倍(符号なし整数フォーマット)です。TELE_EFFは、浮動小数点値に型変換しその結果を100で除算することで%に変換できます。TELE_EFFは、最後に測定されたTELE_POUTとTELE_PINの比です。

TELE_EFFを計算するには、TELE_POUTとTELE_PINが適切に設定されている必要があります。詳細については、本データシートのそれらのレジスタの説明を参照してください。TELE_EFFからの0xFFFFの読み出しは、必要な構成レジスタの1つ以上が0x0000に設定されていることを示します。注: 効率の計算値の最大値は99.99%です。

関連のデータシート・セクション: 遠隔測定の動作、ハードウェア設定: DC電源による充電

I²Cレジスタの説明

TELE_IOUT

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット	単位	フォーマット	例	説明
0x08	[15:0]	Millamps	Unsigned Integer	5.274A = 0x149A 0.039A = 0x0027	V _{BAT} への出力電流

このレジスタは、R_{SENSE2}抵抗を通してチャージャから出力された電流の最新の測定値を格納しています。この値の単位はミリアンペア(符号なし整数フォーマット)です。TELE_IOUTは、浮動小数点値に型変換しその結果を1000で除算することでアンペアに変換できます。TELE_IOUTを特定するため、LT8491は出力電流に比例したIORピン電圧を測定します(ハードウェア設定:出力電流検出および制限のセクションを参照)。

TELE_IOUTを計算するには、CFG_RIMON_OUTレジスタとCFG_RSENSE2レジスタに非ゼロ値が格納されている必要があります。正しいTELE_IOUT値を得るには、これらのレジスタの内容がPCB上のハードウェア値と一致する必要があります。TELE_IOUTからの0xFFFFの読み出しは、必要な構成レジスタの1つ以上が0x0000に設定されていることを示します。

関連のデータシート・セクション: 遠隔測定の動作、ハードウェア設定: 出力電流検出および制限

TELE_IIN

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット	単位	フォーマット	例	説明
0x0A	[15:0]	Millamps	Unsigned Integer	5.274A = 0x149A 0.039A = 0x0027	V _{IN} からの入力電流

このレジスタは、R_{SENSE1}抵抗を通してチャージャに入力された電流の最新の測定値を格納しています。この値の単位はミリアンペア(符号なし整数フォーマット)です。TELE_IINは、浮動小数点値に型変換しその結果を1000で除算することでアンペアに変換できます。TELE_IINを特定するため、LT8491は入力電流に比例したIIRピン電圧を測定します(ハードウェア設定: 入力電流検出および制限のセクションを参照)。

TELE_IINを計算するには、CFG_RSENSE1レジスタに非ゼロ値が格納されている必要があります。正しいTELE_IIN値を得るには、このレジスタの内容がPCB上のハードウェア値と一致する必要があります。TELE_IINからの0xFFFFの読み出しは、CFG_RSENSE1レジスタが0x0000に設定されていることを示します。

関連のデータシート・セクション: 遠隔測定の動作、ハードウェア設定: 入力電流検出および制限

TELE_VBAT

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット	単位	フォーマット	例	説明
0x0C	[15:0]	Volts • 100	Unsigned Integer	27.42V = 0x0AB6	チャージャのV _{BAT} 出力電圧

このレジスタは、FBORピンで測定されたV_{BAT}電圧の最新の測定値を格納しています。この値はボルト単位の100倍(符号なし整数フォーマット)です。TELE_VBATは、浮動小数点値に型変換しその結果を100で除算することでボルトに変換できます。

TELE_VBATを適切に報告するには、以下の遠隔測定構成レジスタに非ゼロ値が格納されている必要があります。CFG_RDACO、CFG_RFBOU1、CFG_RFBOU2。正しいTELE_VBAT値を得るには、これらのレジスタの内容がPCB上のハードウェア値と一致する必要があります。TELE_VBATのデフォルトのリセット値は0x0000です。これは、電圧がまだ測定されていないことを示します。TELE_VBATからの0xFFFFの読み出しは、必要な構成レジスタの1つ以上が0x0000に設定されていることを示します。

関連のデータシート・セクション: 遠隔測定の動作、ハードウェア設定: ステージ2のV_{BAT}(V_{S2})

I²Cレジスタの説明

TELE_VIN

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット	単位	フォーマット	例	説明
0x0E	[15:0]	Volts • 100	Unsigned Integer	27.42V = 0xAB6	FBIRピンで測定されたV _{IN} 電圧

このレジスタは、FBIRピンで測定されたV_{IN}電圧の最新の測定値を格納しています。この値はボルト単位の100倍(符号なし整数フォーマット)です。TELE_VINは、浮動小数点値に型変換しその結果を100で除算することでボルトに変換できます。

TELE_VINを適切に報告するには、以下の遠隔測定構成レジスタに非ゼロ値が格納されている必要があります。CFG_RDACI、CFG_RFBIN1、CFG_RFBIN2。正しいTELE_VIN値を得るには、これらのレジスタの内容がPCB上のハードウェア値と一致する必要があります。太陽電池動作が検出された場合、TELE_VINは0x0000を示します。この場合、代わりにTELE_VINRからV_{IN}を読み出します。TELE_VINのデフォルトのリセット値は0x0000です。これは、電圧がまだ測定されていないことを示します。TELE_VINからの0xFFFFの読み出しは、必要な構成レジスタの1つ以上が0x0000に設定されていることを示します。

関連のデータシート・セクション:遠隔測定の動作、ハードウェア設定:入力電圧検出および変調

TELE_VINR

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット	単位	フォーマット	例	説明
0x10	[15:0]	Volts • 100	Unsigned Integer	27.42V = 0xAB6	VINRピンで測定されたV _{IN} 電圧

このレジスタは、VINRピンで測定されたV_{IN}電圧の最新の測定値を格納しています。この値はボルト単位の100倍(符号なし整数フォーマット)です。TELE_VINRは、浮動小数点値に型変換しその結果を100で除算することでボルトに変換できます。低消費電力およびV_{IN}パルス化中、TELE_VINRは谷電圧を報告します。DC電源動作のためにVINRピンがローにされている場合、TELE_VINRはV_{IN}電圧を正確には表していません(ハードウェア設定:DC電源による充電を参照)。DC電源動作が検出された場合、TELE_VINRは0x0000を示します。この場合、代わりにTELE_VINからV_{IN}を読み出します。TELE_VINRのデフォルトのリセット値は0xFFFFです。これは、電圧がまだ測定されていないことを示します。

関連のデータシート・セクション:遠隔測定の動作、ハードウェア設定:太陽電池パネルによる充電、ハードウェア設定:DC電源による充電

I²C レジスタの説明

ステータス・レジスタ

以下の読み出し専用レジスタ(表10)は、チャージャに関するステータス情報を示します。各レジスタとそのデータの詳細については、この表を参照してください。

表10. ステータス・レジスタのまとめ

レジスタ名	サイズ	I ² C レジスタ・アドレス	説明	参照ページ
STAT_CHARGER	BYTE	0x12	ステージ番号、障害等の充電ステータス	34
STAT_SYSTEM	BYTE	0x13	起動情報、CRC結果、システム・ビジー・ステータス等のシステム・ステータス	35
STAT_SUPPLY	BYTE	0x14	太陽電池パネル動作状態、DC電源インジケータ等	36
STAT_TSO_REMAIN	BYTE	0x15	ステージ0制限タイマーの残り時間	36
STAT_TS1_REMAIN	BYTE	0x16	ステージ1制限タイマーの残り時間	
STAT_TS2_REMAIN	BYTE	0x17	ステージ2制限タイマーの残り時間	
STAT_TS3_REMAIN	BYTE	0x18	ステージ3制限タイマーの残り時間	
STAT_CHRG_FAULTS	BYTE	0x19	充電障害の発生源を示します。	37
STAT_VERSION	BYTE	0x1A	LT8491のバージョン・コード	38
STAT_BOOT_CRC	WORD	0x1C	EEPROMブート領域で実行された最新のCRC計算結果を示します。	38
STAT_CFG_CRC	WORD	0x1E	構成領域で実行された最新のCRC計算結果を示します。	38

STAT_CHARGER

I ² C レジスタ・アドレス	ビット名	ビット	説明
0x12	CHRG_FAULT	[7]	1は、STAT_CHRG_FAULTSレジスタのビットの1つ以上が1であることを示します。 0は、STAT_CHRG_FAULTSレジスタの全ビットが現在0であることを示します。
	TELEM_ACTIVE	[6]	1は、最新の測定値による遠隔測定レジスタの定期的更新が実行中であり、可能な全ての遠隔測定が、CHRG_ENが0から1にトグルされてから1回以上測定されたことを示します。 0は、全ての遠隔測定レジスタの定期的更新が停止していることを示します。 このビットは、CHRG_EN = 1に設定されると間もなく(約80msの遅延で)、またはCTRL_UPDATE_TELEMレジスタを書き込むことで遠隔測定更新動作を開始した直後に1になります。このビットは、CHRG_EN = 0に設定された直後に、または遠隔測定更新動作が完了した場合、0になります。詳細については、遠隔測定レジスタのセクションを参照してください。 関連のデータシート・セクション: 起動シーケンス、遠隔測定の動作
	CHRG_STAGE	[5:3]	これらのビットは現在の充電ステージを反映しており、CHRG_LOGIC_ON = 1(下記)の場合、有効です。充電障害中(CHRG_FAULT = 1、上記)、これらのビットは最新の値を保持しています。充電ロジックがオフ(CHRG_LOGIC_ON = 0)にされた場合、本デバイスがリセットされた場合、ステージ0で充電が自動的に再開した場合のいずれかで、CHRG_STAGEは000bにリセットされます。 000b = ステージ0 001b = ステージ1 010b = ステージ2 011b = ステージ3 100b = 充電終了

I²Cレジスタの説明

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット名	ビット	説明
0x12	CHARGING	[2]	1は、バッテリ充電が4つの充電ステージ(ステージ0~3)の1つで進行中であることを示します。 0は、充電が実行されておらず、電力段がオフになっていることを示します。 0(充電していない)は以下の条件のいずれかが原因です。 <ul style="list-style-type: none">• 充電ロジックがオフになっています(CHRG_LOGIC_ON = 0)。• 障害条件に起因して充電が停止しています(CHRG_FAULT = 1)。• 充電が充電終了ステージに達しました(CHRG_STAGE = 100b)。• 充電ロジックは、CHRG_EN = 1に設定することで最近オンにされましたかが、ステージ0充電をまだ開始していません。
	GT_C10	[1]	0は、充電電流遠隔測定(TELE_IOUT)がC/10より小さいことを示します。 1は、充電電流遠隔測定(TELE_IOUT)がC/10より大きいことを示します。
	CHRG_LOGIC_ON	[0]	1は、充電ロジックがオンになり、一部のI ² Cバイト書込みトランザクションが無視されることを示します。 I ² C書込み許可の詳細については、データ:アクセス許可を参照してください。 CTRL_CHRG_ENレジスタのCHRG_ENビットが1にセットされた直後、このビットは1にセットされます。CHRG_ENビットが0にクリアされてから通常6ms~90ms後、このビットは0にクリアされます。

STAT_SYSTEM

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット名	ビット	説明
0x13	Reserved	[7:6]	予備
	BOOT_SUCCESS	[5]	起動が成功し、設定データがCRCに合格してEEPROMブート領域からコピーされたことを示します。 詳細については、起動シーケンスのセクションを参照してください。
	CRC_ERR_FACTORY	[4]	1は、工場出荷時の設定値のCRCが失敗したことを示します。0は、工場出荷時の設定値のCRCが成功したことを示します。詳細については、起動シーケンスのセクションを参照してください。
	CRC_ERR_BOOT	[3]	1は、ブートEEPROM領域のCRCが失敗したことを示します。0は、ブートEEPROM領域のCRCが成功したことを示します。詳細については、起動シーケンスとEEPROM:書き込みのセクションを参照してください。
	SWENO	[2]	SWENOピンの現在の状態を示します。チャージャの通常動作の一環として、チャージャがイネーブルの間、このピンの状態はオンとオフをトグルする場合があります。
	SYSTEM_BUSY	[1:0]	内部ロジック制御システムのステータスを示します。非ゼロ値は、システムがビジー状態であり、I ² Cバイト書き込みコマンドを処理するシステム機能が制限される場合があることを示します (データ:アクセス許可のセクションを参照)。 <ul style="list-style-type: none">• 00b = ビジー状態ではありません。• 01b = 起動と関連するCRCでビジー状態です。• 10b = 長い動作(EEPROM書き込みまたはCTRL_UPDATE_TELEMコマンド)でビジー状態です。

I²C レジスタの説明

STAT_SUPPLY

I ² C レジスタ・アドレス	ビット名	ビット	説明
0x14	Reserved	[7:5]	予備
	VIN_UVLO	[4]	太陽電池パネルで電力を供給している場合、 1は、入力パネル電圧が、低消費電力モードが有効な場合は10V、それ以外の場合は5.7Vをそれぞれ下回っていることを示します。0は、入力パネル電圧が、低消費電力モードが有効な場合は10V、それ以外の場合は5.7Vをそれぞれ上回っていることを示します。 関連のデータシート・セクション: その他の設定のセクション
	PS_OR_SOLAR	[3]	1は、LT8491にDC電源で電力を供給していることを示します(これは、VINRピンの低電圧によって検出されます)。MPPTおよび関連機能は無効化されます。0は、LT8491に太陽電池パネルで電力を供給していることを示します。 関連のデータシート・セクション: ハードウェア設定:DC電源による充電、オプション:DC電源検出回路、TELE_VINR
0x15	SOLAR_STATE	[2:0]	太陽電池パネルの動作状態を示します。 <ul style="list-style-type: none"> • 101b = 制限されたバッテリ: バッテリは、太陽電池パネルから利用できる最大電力を引き出せないため、太陽電池パネルは最大電力点で動作していない可能性があります。 • 100b = 全パネル・スキャン: この状態では、全体的な最大電力点を確実に追跡するため、太陽電池パネルの全スキャンが実行されています。 • 011b = 山登り法: 太陽電池パネルは最大電力点を追跡しています。 • 010b = LPモードかつVINパルス化: 持続的な充電を実行するには利用可能なパネル電流が小さすぎます。代わりに、低消費電力動作モードが有効であり、パネル電圧のパルス化を実行しています(オプション:低消費電力モードのセクションを参照)。 • 001b = LPモードかつ低すぎるVIN: 持続的に充電するには利用可能なパネル電流が小さすぎ、パネル電圧が低すぎて充電エネルギーを引き出せません(オプション:低消費電力モードのセクションを参照)。 • 000b = 上記以外: これは、上記以外の条件が存在することを示します。例:入力が太陽電池パネルではない。パネル電圧および/または電流が上記の動作のいずれに対しても適切でない。障害が発生した。充電していない。チャージャが充電終了状態にある。その他の条件が考えられる。

STAT_TSx_REMAIN

I ² C レジスタ・アドレス	ビット名	ビット	説明
0x15	STAT_TS0_REMAIN	[7:0]	各ステージ・タイマーがタイムアウトするまでの残り時間。詳細を以下に示します。
	STAT_TS1_REMAIN	[7:0]	
	STAT_TS2_REMAIN	[7:0]	
	STAT_TS3_REMAIN	[7:0]	

これらの4つのレジスタは、各ステージ・タイマー(ステージ0~3)の残り時間を示します。初期値の設定については、ステージ・タイムアウト制限値の設定のセクションを参照してください。有限の時間制限値に設定しており、かつDC電源で電力を供給している場合、各ステージで充電しながら各タイマーはカウントダウンします。タイマーが0x00までカウントダウンすると、充電は停止します。CFG_TERMINATE→Sx_TMR_TERM_ENビットが、タイムアウトしたタイマーが障害を示すかどうかを決定します。

I²Cレジスタの説明

残り時間は、約4.47分にレジスタ値を乗じた時間です。例えば0x0Dは、58分が残っていることを表します。充電していない場合(STAT_CHARGER→CHARGING = 0)、または温度障害が発生した場合、各タイマーのカウントダウンは中断します。充電が次のステージに進む場合も、タイマーのカウントダウンは中断します。バッテリ遮断障害と低VBAT障害のどちらかが検出された場合、全てのカウントダウン・タイマー値はリセットされます。太陽電池パネル・モード(STAT_SUPPLY→PS_OR_SOLAR = 0)で電力を供給している場合、これらのレジスタは対応するCFG_TMR_Sxレジスタの値を示します。

関連のデータシート・セクション:ステージ・タイムアウト制限値の設定、バッテリ充電アルゴリズム、充電終了の設定

STAT_CHRGFAULTS

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット名	ビット	説明
0x19	TS3_EXPIRED_FLT	[7]	1は、充電ステージ・タイムアウト障害が発生したことを示します。以下の場合、これらの障害ビットは0にクリアされます。 <ul style="list-style-type: none"> 充電が自動的に再開した場合 CHRG_EN = 0を設定することで充電が無効化された場合(STAT_CHARGER→CHRG_LOGIC_ONが0を示すまで、これらのビットはセットされたままになる場合があります) 起動シーケンス中
	TS2_EXPIRED_FLT	[6]	以下の場合、これらの障害ビットの1つがセットされます。 <ul style="list-style-type: none"> 充電ロジックがオフ(STAT_CHARGER→CHRG_LOGIC_ON = 1)かつ 各STAT_TSx_REMAINレジスタが0x00までカウントダウン済みかつ タイマーのタイムアウトが障害になるように設定済み(CFG_TERMINATEレジスタの各Sx_TMR_TERM_ENビットが0に設定済み)
	TS1_EXPIRED_FLT	[5]	関連のデータシート・セクション:充電障害、ステージ・タイムアウト制限値の設定、自動再開の設定、ステータス・レジスタ、起動シーケンス
	TS0_EXPIRED_FLT	[4]	
	BAT_DISCON_FLT	[3]	1は、バッテリが切り離されたことを示します(TEMPSENSEピンで測定されます)。以下の場合、この障害ビットは0にクリアされます。 <ul style="list-style-type: none"> CHRG_EN = 0を設定することで充電が無効化された場合(STAT_CHARGER→CHRG_LOGIC_ONが0を示すまで、このビットはセットされたままになる場合があります) 起動シーケンス中 さもなければLT8491は、バッテリ温度および接続障害の有無を確認するため、TEMPSENSEピンを定期的に測定します(充電障害のセクションを参照)。
	HIGH_TBAT_FLT	[2]	どちらのビットでも、1は、TEMPSENSEピンで測定されるバッテリ温度が、許容されるバッテリ温度範囲を外れていることを示します。以下の場合、これらの障害ビットは0にクリアされます。 <ul style="list-style-type: none"> CHRG_EN = 0を設定することで充電が無効化された場合(STAT_CHARGER→CHRG_LOGIC_ONが0を示すまで、このビットはセットされたままになる場合があります) 起動シーケンス中 バッテリ遮断障害中(BAT_DISCON_FLT = 1) さもなければLT8491は、バッテリ温度および接続障害の有無を確認するため、TEMPSENSEピンを定期的に測定します(充電障害のセクションを参照)。
	LOW_TBAT_FLT	[1]	関連のデータシート・セクション:充電障害、ハードウェア設定:バッテリ温度および遮断検出、温度障害制限値の設定、TELE_TBAT、起動シーケンス

I²Cレジスタの説明

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット名	ビット	説明
0x19	LOW_VBAT_FLT	[0]	<p>1は、低バッテリ電圧障害が検出されたことを示します。この障害のV_{BAT}閾値(V_{S0_UV}, V_{UV_S0})はCFG_UV_S0およびCFG_S0_UVレジスタで設定されます。</p> <p>以下の場合、この障害ビットは0にクリアされます。</p> <ul style="list-style-type: none">• CHRG_EN = 0を設定することで充電が無効化された場合(STAT_CHARGER→CHRG_LOGIC_ONが0を示すまで、このビットはセットされたままになる場合があります)• 起動シーケンス中• バッテリ遮断障害中(BAT_DISCON_FLT = 1)• 低または高バッテリ温度障害中• V_{BAT} > V_{UV_S0}閾値の条件が所定の期間達成された場合 <p>関連のデータシート・セクション:充電障害、TELE_VBAT、起動シーケンス</p>

STAT_VERSION

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット名	ビット	説明
0x1A	-	[7:0]	LT8491のバージョン情報。工場出荷時のデフォルト値については、I ² Cレジスタ・マップを参照してください。

STAT_BOOT_CRC

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット名	ビット	説明
0x1C	-	[15:0]	LT8491が計算した最新のブート領域CRCを格納します。詳細については、CRC演算を参照してください。

STAT_CFG_CRC

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット名	ビット	説明
0x1E	-	[15:0]	LT8491が計算した最新の構成領域CRCを格納します。詳細については、CRC演算を参照してください。

I²Cレジスタの説明

EEPROMの制御

以下のレジスタは、EEPROMの書き込み動作を開始および監視するために使います。書き込みアクセス許可については、データ：アクセス許可のセクションを参照してください。

CTRL_WRT_TO_BOOT

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット名	ビット	説明
0x20	Reserved	[7:3]	予備
	WRITE_FAIL	[2]	EEPROMブート領域に書き込む最後の試みが失敗している場合、このビットを読み出すと1が返されます。
	WRITE_SUCCESS	[1]	EEPROMブート領域に書き込む最後の試みが成功している場合、このビットを読み出すと1が返されます。
	BUSY_RDY	[0]	EEPROMブート領域への書き込みが進行中である場合、このビットを読み出すと1が返されます。

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット名	ビット	説明
0x20	-	[7:0]	構成レジスタをEEPROMのブート領域にコピーするには0x30を書き込みます。 ブート領域を工場出荷時のデフォルト設定値に戻すには0x57を書き込みます。

このレジスタは、EEPROMのブート領域への書き込みを開始するために使います。このレジスタを読み出すことで、書き込み動作のステータスを監視することもできます。上記に示すように、2つの固有のバイト・パターンの1つを書き込むことで、目的の書き込み動作が開始します。また、このレジスタの読出しは書き込み動作のステータスを示します。このレジスタへの書き込みは、CTRL_EE_WRT_EN = 0xCCかつSTAT_SYSTEM→SYSTEM_BUSY = 00bの場合のみ許可されます。読出しは、I²Cインターフェースが動作していれば常に許可されます。

関連のデータシート・セクション: EEPROM: 書込み、データ: アクセス許可

CTRL_EE_WRT_EN

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット名	ビット	説明
0x21	CTRL_EE_WRT_EN	[7:0]	内蔵EEPROMの書き込みを可能にするには、このレジスタを0xCCに設定する必要があります。 その他の値では、EEPROMを変更できません。また、このレジスタを0xCCに設定すると、構成レジスタへの書き込みは禁止されます。

内蔵EEPROMデータを変更可能にするには、このレジスタに0xCCを書き込む必要があります。その他の値では、EEPROMへの書き込みは禁止されます。このレジスタは、STAT_SYSTEM→SYSTEM_BUSY = 00bかつSTAT_CHARGER→CHRG_LOGIC_ON = 0の場合のみ書き込めることに注意します。また、このレジスタを0xCCに設定すると、このレジスタに0xCC以外の値を書き込むまでアドレス0x28～0x5Bの構成レジスタへの書き込みは禁止されます。

関連のデータシート・セクション: EEPROM: 書込み、データ: アクセス許可

I²Cレジスタの説明

その他の機能の制御

以下のレジスタ(表11)を書き込むことで、LT8491の各種機能を制御できます。書き込みアクセス許可については、データ:アクセス許可のセクションを参照してください。各レジスタとその機能の詳細については、この表を参照してください。

表11. その他のコントロール・レジスタのまとめ

レジスタ名	サイズ	I ² Cレジスタ・アドレス	説明	参照ページ
CTRL_HALT_STARTUP	BYTE	0x22	起動CRCの失敗による中断	40
CTRL_CHRG_EN	BYTE	0x23	バッテリ充電のイネーブル/ディスエーブル	40
CTRL_RESTART_CHIP	BYTE	0x24	LT8491の再起動	41
CTRL_RESET_FLAG	BYTE	0x25	LT8491のリセット時にセットされるフラグ	41
CTRL_UPDATE_TELEM	BYTE	0x26	充電ロジックがオフの場合、このレジスタに書き込むことで遠隔測定レジスタを測定および更新します。	41

CTRL_HALT_STARTUP

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット名	ビット	説明
0x22	-	[7:0]	CRCが失敗した場合に起動を中断するには、0x5Aを書き込みます。中断シーケンスが完了した場合、STAT_SYSTEM→SYSTEM_BUSYビットは00bを示します。詳細については、起動シーケンスのセクションを参照してください。読み出すと0が返されます。

関連のデータシート・セクション:起動シーケンス、データ:アクセス許可

CTRL_CHRG_EN

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット名	ビット	説明
0x23	Reserved	[7:1]	予備
	CHRG_EN	[0]	以下に説明します。

CHRG_ENは、チャージャの主オン/オフ制御ビットです。バッテリ充電と遠隔測定はCHRG_ENをハイに設定すると開始し、CHRG_ENをローに設定すると停止します。詳細を以下に示します。

CHRG_EN = 1に設定すると、

- STAT_CHARGER → CHRG_LOGIC_ON = 1で示されるように、充電コントロール・ロジックが直ちにオンになります。
- I²C書き込みアクセスが直ちに制限されます(データ:アクセス許可のセクションを参照)。
- バッテリ充電、ステージ・タイマー、障害チェックが開始します(図8を参照)。
- 遠隔測定アクイジションが開始します(遠隔測定:アクイジションのセクションを参照)。

CHRG_EN = 0に設定すると、

- STAT_SYSTEM → SWENO = 0で示されるように、バッテリ・チャージャの電力段は直ちにオフになります。
- 遠隔測定の測定は停止します(遠隔測定:アクイジションのセクションを参照)。
- チャージャ・ステータス・レジスタ STAT_CHARGER は通常0x00にクリアされます。障害が発生しており、CHRG_EN = 0の前にクリアされていない場合、その値は0x80になります。

I²Cレジスタの説明

- 電源ステータス・レジスタのSTAT_SUPPLY→SOLAR_STATEビット[2:0]は000bにクリアされます。
- 障害レジスタSTAT_CHRGFAULTSは、CHRG_EN = 0の前に最後に報告された値を保持します。
- ECONピンはローに駆動されます(オプション:EXTV_{CC}遮断のセクションを参照)。
- STAT_CHARGERレジスタのCHRG_LOGIC_ONビットがクリアされるまで、一部のレジスタは書き込めません。次のレジスタを書き込もうとする前にCHRG_LOGIC_ONビットを必ずポーリングします。

CHRG_EN設定値を変更した後、特に指示しない限り上記の一部の動作はすぐに実行されない場合があります。起動シーケンスのセクションで説明したように、BOOT_INIT_CHRG_ENの値は、起動シーケンスの終わり間近にEEPROMからこのCTRL_CHRG_ENレジスタに自動的にコピーされます。このことを利用すると、BOOT_INIT_CHRG_ENに0x01を保存することで、起動後に充電を自動的に開始できます。

関連のデータシート・セクション:データ:アクセス許可

CTRL_RESTART_CHIP

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット名	ビット	説明
0x24	-	[7:0]	LT8491を再起動するには、0x99を書き込みます。詳細については、起動シーケンスのセクションを参照してください。読み出すと0が返されます。

チップ再起動コマンドを発行するには、CTRL_CHRG_ENレジスタがクリアされている必要があります。CTRL_RESTART_CHIPレジスタに0x99が書き込まれた後、本デバイスは再起動します。再起動すると、CTRL_CHRG_EN→CHRG_ENビットは、BOOT_INIT_CHRG_ENのEEPROM位置から読み出した値に設定されます。

関連のデータシート・セクション:起動シーケンス、データ:アクセス許可

CTRL_RESET_FLAG

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット名	ビット	説明
0x25	Reserved	[7:1]	予備
	RESET_FLAG	[0]	起動中、このビットは1に設定されます。起動が完了した後、このビットはクリアできます。その後のこのビットの読み出し値は、最後にこのビットがクリアされてから本ICがリセット(パワー・サイクル)または再起動(チップを再起動するためCTRL_RESTART_CHIPに0x99を書き込む)されたかどうかを示します。

関連のデータシート・セクション:起動シーケンス、データ:アクセス許可

CTRL_UPDATE_TELEM

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット名	ビット	説明
0x26	Reserved	[7:1]	予備
	BUSY_RDY	[0]	遠隔測定の更新が進行中の間、このビットを読み出すと1が返されます。

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット名	ビット	説明
0x26	-	[7:0]	遠隔測定を更新するには、0xAAを書き込みます。

I²Cレジスタの説明

このレジスタに0xAAを書き込むと遠隔測定の更新が開始されます。充電ロジックがオフであり、遠隔測定が特に得られない場合、このレジスタに書き込むことができます（遠隔測定：アクイジョンを参照）。BUSY_RDYビットの読み出しは、完了するのに通常約20msを必要とする更新のステータスを示します。このレジスタへの書き込みは、STAT_CHARGER→CHRG_LOGIC_ON = 0かつCTRL_EE_WRT_EN ≠ 0xCCかつSTAT_SYSTEM→SYSTEM_BUSY = 00bの場合のみ許可されます。読み出しは、I²Cインターフェースが動作していれば常に許可されます。

この遠隔測定の更新動作によって、LT8491は遠隔測定を実行し以下のレジスタを更新します。TELE_TBAT、TELE_PIN、TELE_IIN、TELE_VBAT、TELE_VIN、TELE_VINR。残りの遠隔測定レジスタは、チャージャがオフであるため更新されません。TEMPSENSEピンの測定でバッテリ遮断条件が検出された場合、TELE_TBATは0x7777になり遮断条件を示すことに注意します。また、バッテリの放電を最小化するため、充電がオフの場合にVBAT帰還分圧器を任意に遮断できることにも注意します（オプション：出力帰還抵抗の遮断のセクションを参照）。CTRL_UPDATE_TELEMに書き込むことで遠隔測定を更新すると、バッテリ電圧を測定するため一時的に帰還分圧器が再接続されます。

関連のデータシート・セクション：遠隔測定：アクイジョン、ハードウェア設定：バッテリ温度および遮断検出、オプション：出力帰還抵抗の遮断、データ：アクセス許可

遠隔測定の設定

電圧、電流、電力、効率の遠隔測定をLT8491が適切に計算するには、表12のレジスタが有効なデータを格納している必要があります。これらのレジスタの内容は、MPPTスキャン、V_{S2}、V_{S3}、温度計算等のチャージャ動作のいずれの側面にも影響を及ぼしません。これらのレジスタの内容は、I²Cアドレス0x02～0x0Eにある読み出し専用遠隔測定値を計算すること、STAT_CHARGER→GT_C10ビットをセット／クリアすることのためにのみ、LT8491によって使われます。

表12. 遠隔測定構成レジスタのまとめ

レジスタ名	サイズ	I ² Cレジスタ・アドレス	I ² Cブート読み出しアドレス	説明	参照ページ
CFG_RSENSE1	WORD	0x28	0x88	RSENSE1の抵抗値を示します。	42
CFG_RIMON_OUT	WORD	0x2A	0x8A	RIMON_OUTの抵抗値を示します。	43
CFG_RSENSE2	WORD	0x2C	0x8C	RSENSE2の抵抗値を示します。	43
CFG_RDAC0	WORD	0x2E	0x8E	RDAC01 + RDAC02の合計値を示します。	43
CFG_RFOUT1	WORD	0x30	0x90	RFOUT1の抵抗値を示します。	44
CFG_RFOUT2	WORD	0x32	0x92	RFOUT2の抵抗値を示します。	44
CFG_RDAC1	WORD	0x34	0x94	RDAC11 + RDAC12の合計値を示します。	44
CFG_RFBIN2	WORD	0x36	0x96	RBIN2の抵抗値を示します。	45
CFG_RFBIN1	WORD	0x38	0x98	RBIN1の抵抗値を示します。	45

CFG_RSENSE1

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット	単位	フォーマット	例	説明
0x28	[15:0]	mΩ • 100	Unsigned Integer	4.7mΩ = 0x01D6 10mΩ = 0x03E8	RSENSE1の抵抗値。TELE_PIN、TELE_EFF、TELE_IINの遠隔測定を計算するために必要です。

LT8491はこのレジスタ値を使ってTELE_PIN、TELE_EFF、TELE_IINレジスタの遠隔測定を計算します。CFG_RSENSE1はその他の目的には使われず、充電に全く影響を及ぼしません。このレジスタに書き込むことで、RSENSE1入力電流検出抵抗の値を指示します。このレジスタに書き込む値はRSENSE1（単位はミリオーム）の100倍（符号なし整数フォーマット）にする必要があります。上記の例を参照してください。デフォルト値は0x0000です。これは、この値が設定されていないことを示します。

I²Cレジスタの説明

関連のデータシート・セクション: 詳細については、ハードウェア設定：入力電流検出および制限におけるRSENSE1に関する情報を参照してください。

CFG_RIMON_OUT

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット	単位	フォーマット	例	説明
0x2A	[15:0]	kΩ • 100	Unsigned Integer	95.3kΩ = 0x253A 24.3kΩ = 0x097E	RIMON_OUTの抵抗値。TELE_IOUT、TELE_POUT、TELE_EFFの遠隔測定を計算するために必要です。

LT8491はこのレジスタ値を使ってTELE_IOUT、TELE_POUT、TELE_EFFレジスタの遠隔測定を計算します。CFG_RIMON_OUTはその他の目的には使われず、充電に全く影響を及ぼしません。このレジスタに書き込むことで、RIMON_OUT出力電流監視抵抗の値を指示します。このレジスタに書き込む値はRIMON_OUT(単位はkΩ)の100倍(符号なし整数フォーマット)にする必要があります。上記の例を参照してください。デフォルト値は0x0000です。これは、この値が設定されていないことを示します。

関連のデータシート・セクション: 詳細については、ハードウェア設定：出力電流検出および制限におけるRIMON_OUTに関する情報を参照してください。

CFG_RSENSE2

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット	単位	フォーマット	例	説明
0x2C	[15:0]	mΩ • 100	Unsigned Integer	4.7mΩ = 0x01D6 10mΩ = 0x03E8	RSENSE2の抵抗値。TELE_POUT、TELE_EFF、TELE_IOUTの遠隔測定を計算するために必要です。

LT8491はこのレジスタ値を使ってTELE_POUT、TELE_EFF、TELE_IOUTレジスタの遠隔測定を計算します。CFG_RSENSE2はその他の目的には使われず、充電に全く影響を及ぼしません。このレジスタに書き込むことで、RSENSE2出力電流検出抵抗の値を指示します。このレジスタに書き込む値はRSENSE2(単位はミリオーム)の100倍(符号なし整数フォーマット)にする必要があります。上記の例を参照してください。デフォルト値は0x0000です。これは、この値が設定されていないことを示します。

関連のデータシート・セクション: 詳細については、ハードウェア設定：出力電流検出および制限におけるRSENSE2に関する情報を参照してください。

CFG_RDACO

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット	単位	フォーマット	例	説明
0x2E	[15:0]	kΩ • 100	Unsigned Integer	95.3kΩ = 0x253A 24.3kΩ = 0x097E	RDAC01 + RDAC02の値。TELE_VBAT、TELE_POUT、TELE_EFFの遠隔測定を計算するために必要です。

LT8491はこのレジスタ値を使ってTELE_VBAT、TELE_POUT、TELE_EFFレジスタの遠隔測定を計算します。CFG_RDACOはその他の目的には使われず、充電に全く影響を及ぼしません。このレジスタに書き込むことで、出力帰還分圧ネットワークのRDACO1 + RDACO2の合計値を指示します。このレジスタに書き込む値はRDACO1 + RDACO2の合計値(単位はkΩ)の100倍(符号なし整数フォーマット)にする必要があります。上記の例を参照してください。デフォルト値は0x0000です。これは、この値が設定されていないことを示します。

関連のデータシート・セクション: 詳細については、ハードウェア設定：ステージ2のVBAT(VS2)におけるRDACO抵抗に関する情報を参照してください。

I²C レジスタの説明

CFG_RFBOUT1

I ² C レジスタ・アドレス	ビット	単位	フォーマット	例	説明
0x30	[15:0]	kΩ • 10	Unsigned Integer	442kΩ = 0x1144 274kΩ = 0x0AB4	R _F BOUT ₁ の値。TELE_VBAT、TELE_POUT、TELE_EFF の遠隔測定を計算するために必要です。

LT8491 はこのレジスタ値を使って TELE_VBAT、TELE_POUT、TELE_EFF レジスタの遠隔測定を計算します。CFG_RFBOUT1 はその他の目的には使われず、充電に全く影響を及ぼしません。このレジスタに書き込むことで、出力帰還分圧ネットワークの R_FBOUT1 の値を指示します。このレジスタに書き込む値は R_FBOUT1 (単位は kΩ) の 10 倍 (符号なし整数フォーマット) にする必要があります。上記の例を参照してください。デフォルト値はオール 0 です。これは、この値が設定されていないことを示します。

関連のデータシート・セクション: 詳細については、ハードウェア設定：ステージ 2 の V_{BAT}(V_{S2}) における R_FBOUT1 の情報を参照してください。

CFG_RFBOUT2

I ² C レジスタ・アドレス	ビット	単位	フォーマット	例	説明
0x32	[15:0]	kΩ • 100	Unsigned Integer	10kΩ = 0x03E8 20kΩ = 0x07D0	R _F BOUT2 の値。TELE_VBAT、TELE_POUT、TELE_EFF の遠隔測定を計算するために必要です。

LT8491 はこのレジスタ値を使って TELE_VBAT、TELE_POUT、TELE_EFF レジスタの遠隔測定を計算します。CFG_RFBOUT2 はその他の目的には使われず、充電に全く影響を及ぼしません。このレジスタに書き込むことで、出力帰還分圧ネットワークの R_FBOUT2 の値を指示します。このレジスタに書き込む値は R_FBOUT2 (単位は kΩ) の 100 倍 (符号なし整数フォーマット) にする必要があります。上記の例を参照してください。デフォルト値はオール 0 です。これは、この値が設定されていないことを示します。

関連のデータシート・セクション: 詳細については、ハードウェア設定：ステージ 2 の V_{BAT}(V_{S2}) における R_FBOUT2 の情報を参照してください。

CFG_RDACI

I ² C レジスタ・アドレス	ビット	単位	フォーマット	例	説明
0x34	[15:0]	kΩ • 100	Unsigned Integer	95.3kΩ = 0x253A 24.3kΩ = 0x097E	R _D ACI ₁ + R _D ACI ₂ の値。TELE_VIN の遠隔測定を計算するために必要です。DC 電源で電力を供給している場合、TELE_PIN と TELE_EFF の遠隔測定のためにも必要です。

LT8491 はこのレジスタ値を使って TELE_VIN レジスタの遠隔測定を計算します。DC 電源で電力を供給している場合、TELE_PIN と TELE_EFF の遠隔測定を計算するためにも使います。CFG_RDACI はその他の目的には使われず、充電に全く影響を及ぼしません。このレジスタに書き込むことで、入力帰還分圧ネットワークの R_DACI₁ + R_DACI₂ の合計値を指示します。このレジスタに書き込む値は R_DACI₁ + R_DACI₂ の合計値 (単位は kΩ) の 100 倍 (符号なし整数フォーマット) にする必要があります。上記の例を参照してください。デフォルト値は 0x0000 です。これは、この値が設定されていないことを示します。

関連のデータシート・セクション: ハードウェア設定：入力電圧検出および変調、ハードウェア設定：DC 電源による充電

I²Cレジスタの説明

CFG_RFBIN2

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット	単位	フォーマット	例	説明
0x36	[15:0]	kΩ • 100	Unsigned Integer	10kΩ = 0x03E8 20kΩ = 0x07D0	R _{FBIN2} の値。TELE_VINの遠隔測定を計算するために必要です。DC電源で電力を供給している場合、TELE_PINとTELE_EFFの遠隔測定のためにも必要です。

LT8491はこのレジスタ値を使ってTELE_VINレジスタの遠隔測定を計算します。DC電源で電力を供給している場合、TELE_PINとTELE_EFFの遠隔測定を計算するためにも使います。CFG_RFBIN2はその他の目的には使われず、充電に全く影響を及ぼしません。このレジスタに書き込むことで、入力帰還分圧ネットワークのR_{FBIN2}の値を指示します。このレジスタに書き込む値はR_{FBIN2}(単位はkΩ)の100倍(符号なし整数フォーマット)にする必要があります。上記の例を参照してください。デフォルト値は0x0000です。これは、この値が設定されていないことを示します。

関連のデータシート・セクション: 詳細については、ハードウェア設定:入力電圧検出および変調におけるR_{FBIN2}に関する情報を参照してください。

CFG_RFBIN1

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット	単位	フォーマット	例	説明
0x38	[15:0]	kΩ • 10	Unsigned Integer	442kΩ = 0x1144 274kΩ = 0x0AB4	R _{FBIN1} の値。TELE_VIN、TELE_PIN、TELE_EFFの遠隔測定を計算するために必要です。

LT8491はこのレジスタ値を使ってTELE_VINレジスタの遠隔測定を計算します。DC電源で電力を供給している場合、TELE_PINとTELE_EFFの遠隔測定を計算するためにも使います。このレジスタ値はその他の目的には使われず、充電に全く影響を及ぼしません。このレジスタに書き込むことで、入力帰還分圧ネットワークのR_{FBIN1}の値を指示します。このレジスタに書き込む値はR_{FBIN1}(単位はkΩ)の10倍(符号なし整数フォーマット)にする必要があります。上記の例を参照してください。デフォルト値は0x0000です。これは、この値が設定されていないことを示します。

関連のデータシート・セクション: 詳細については、ハードウェア設定:入力電圧検出および変調におけるR_{FBIN1}に関する情報を参照してください。

チャージャの最初のイネーブルの設定

表13. チャージャの最初のイネーブルの設定のためのレジスタのまとめ

レジスタ名	サイズ	I ² Cレジスタ・アドレス	I ² Cブート読み出しアドレス	説明	参照ページ
CFG_INIT_CHRG_EN	BYTE	0x3A	0x9A	チャージャの自動起動を設定します。	45

CFG_INIT_CHRG_EN

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット名	ビット	説明
0x3A	Reserved	[7:1]	予備
	INIT_CHRG_EN	[0]	起動シーケンス中、CRCのエラー・チェックに合格した場合、このビットの値はCTRL_CHRG_ENにコピーされます。

起動シーケンス中、CRCのエラー・チェックに合格した場合にのみ、このレジスタの値はチャージャを自動的に起動させるために使われます。0x01のユーザ値はチャージャが自動的に起動することを示し、0x00のユーザ値はチャージャが自動的には起動しないことを示します。

関連のデータシート・セクション: 起動シーケンス

I²Cレジスタの説明

ステージ0、1、3のV_{BAT}の設定

以下のレジスタは、一部の充電ステージ遷移のためのバッテリ電圧を設定します。これらは、外付け抵抗で初期設定されるV_{S2}の百分率として設定されます(ハードウェア設定:ステージ2のV_{BAT}(V_{S2})のセクションを参照)。

注:以下のレジスタには最小値と最大値があります。CTRL_CHRG_ENを0から1に遷移させると、LT8491は境界チェックを実行します。これらのいずれかのレジスタに書き込まれた値が定義された範囲を外れると、デフォルトのレジスタ値が代わりに使われます。

表14. ステージ0、1、3のV_{BAT}構成レジスタのまとめ

レジスタ名	サイズ	I ² Cレジスタ・アドレス	I ² Cブート読み出しアドレス	説明	参照ページ
CFG_VS3_25C	BYTE	0x3B	0x9B	25°C、温度補償無効時のV _{S3}	46
CFG_UV_S0	BYTE	0x3C	0x9C	低V _{BAT} 障害からステージ0に遷移する際のV _{BAT} 閾値	47
CFG_S0_UV	BYTE	0x3D	0x9D	ステージ0から低V _{BAT} 障害に遷移する際のV _{BAT} 閾値	47
CFG_S0_S1	BYTE	0x3E	0x9E	ステージ0からステージ1に遷移する際のV _{BAT} 閾値	48
CFG_S1_S0	BYTE	0x3F	0x9F	ステージ1からステージ0に遷移する際のV _{BAT} 閾値	49

CFG_VS3_25C

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット	単位	フォーマット	例	最小値	最大値	説明
0x3B	[7:0]	1000 • (% of V _{S2}) - 850	Unsigned Integer	87.2% = 0x16 95.0% = 0x64	85% = 0x00	99% = 0x8C	V _{S3} (25°C)の設定。V _{S3} (25°C)は、ステージ2の25°Cでのバッテリ電圧(V _{S2})の百分率で表したステージ3の25°Cでのバッテリ電圧です。この値の分解能は1ビットあたり0.1%です。

このレジスタは、ステージ3のバッテリ充電電圧(V_{S3})を設定します。この設定値は、T_{BAT} = 25°Cかつ温度補償が無効である場合に使われます。V_{S3}は、バッテリ温度によって変化するように設定できます(温度補償の設定のセクションを参照)。

CFG_VS3_25CはV_{S2}(25°C)の百分率(85%~99%)を表す8ビット符号なし整数であり、以下のように計算されます。

$$\text{CFG_VS3_25C} = 1000 \cdot \left[\frac{V_{S3}(25^{\circ}\text{C})}{V_{S2}(25^{\circ}\text{C})} \cdot 100\% \right] - 850$$

V_{S2}(25°C)は外付け抵抗で設定されます(ハードウェア設定:ステージ2のV_{BAT}(V_{S2})のセクションを参照)。

例:V_{S2}(25°C)が外付け抵抗で14.2Vに設定されており、V_{S3}(25°C) = 13.59Vに設定する場合を仮定します。CFG_VS3_25Cは、以下のように設定する必要があります。

$$\begin{aligned} \text{CFG_VS3_25C} &= 1000 \cdot \left[\frac{13.59\text{V}}{14.2\text{V}} \cdot 100\% \right] - 850 \\ &= 1000 \cdot 95.7\% - 850 \\ &= 107 \text{ (decimal)} \\ &= 0x6B \text{ (hexadecimal)} \end{aligned}$$

I²Cレジスタの説明

関連のデータシート・セクション: バッテリ充電アルゴリズム、ハードウェア設定:ステージ2のV_{BAT}(V_{S2})、温度補償の設定、CFG_CHRG_MISC

CFG_UV_S0

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット	単位	フォーマット	例	最小値	最大値	説明
0x3C	[7:0]	200 • (% of V _{S2})	Unsigned Integer	30% = 0x3C 55.5% = 0x6F	0% = 0x00	90% = 0xB4	V _{S2} の百分率としてV _{UV_S0} 電圧を設定します。 分解能は1ビットあたり0.5%です。

このレジスタはV_{UV_S0}(低V_{BAT}障害条件を出でステージ0充電に入るのに必要な最小V_{BAT}電圧)を設定します。これは事実上、充電を開始するのに必要な最小バッテリ電圧を設定します。V_{UV_S0}はステージ2電圧V_{S2}の百分率です。そのため、ステージ2の温度補償をCFG_CHRG_MISC→TC_ENABLEビットによって有効にした場合、V_{UV_S0}はV_{S2}に比例して温度と共に変化します。CFG_UV_S0 = 0x00に設定すると、ステージ0に入るための最小V_{BAT}電圧のチェックが事実上無効になります。例えば、バッテリ低電圧保護回路を使うリチウムイオン・バッテリを充電する場合、CFG_UV_S0 = 0x00に設定することを検討します。

CFG_UV_S0はV_{S2}の百分率(0%~90%)を表す8ビット符号なし整数であり、以下のように計算されます。

$$\text{CFG_UV_S0} = 200 \cdot \left[\frac{V_{\text{UV_S0}}}{V_{\text{S2}}} \cdot 100\% \right]$$

例: V_{S2}が14.2Vに設定されており、V_{UV_S0} = 7.81Vに設定する場合を仮定します。CFG_UV_S0を以下のように設定します。

$$\begin{aligned} \text{CFG_UV_S0} &= 200 \cdot \left[\frac{7.81V}{14.2V} \cdot 100\% \right] \\ &= 200 \cdot [55\%] \\ &= 110 \text{ (decimal)} \\ &= 0x6E \text{ (hexadecimal)} \end{aligned}$$

そのため、CFG_UV_S0に0x6Eを書き込むとV_{UV_S0}はV_{S2}の55%に設定されます。閾値のヒステリシスを実現しステージ間の発振を防止するため、必ずCFG_S0_UVよりも高いV_{S2}百分率にCFG_UV_S0を設定します。4%以上の差を推奨します。また、ステージ選択時の発振を防止するため、必ずCFG_UV_S0をCFG_S1_S0よりも低い値に設定します。同様に、4%以上の差を推奨します。

関連のデータシート・セクション: 充電障害、バッテリ充電アルゴリズム、ハードウェア設定:ステージ2のV_{BAT}(V_{S2})、温度補償の設定

CFG_S0_UV

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット	単位	フォーマット	例	最小値	最大値	説明
0x3D	[7:0]	200 • (% of V _{S2})	Unsigned Integer	30% = 0x3C 55.5% = 0x6F	0% = 0x00	90% = 0xB4	V _{S2} の百分率としてV _{S0_UV} 電圧を設定します。 分解能は1ビットあたり0.5%です。

I²Cレジスタの説明

このレジスタを使ってV_{S0_UV}(ステージ0充電を出て低V_{BAT}障害条件に入る立下がりV_{BAT}閾値)を設定します。V_{S0_UV}はステージ2電圧V_{S2}の百分率です。そのため、ステージ2の温度補償をCFG_CHRG_MISC→TC_ENABLEビットによって有効にした場合、V_{S0_UV}はV_{S2}に比例して温度と共に変化します。

CFG_S0_UVはV_{S2}の百分率(0%~90%)を表す8ビット符号なし整数であり、以下のように計算されます。

$$\text{CFG_S0_UV} = 200 \cdot \left[\frac{V_{\text{S0_UV}}}{V_{\text{S2}}} \cdot 100\% \right]$$

例: V_{S2}が14.2Vに設定されており、V_{S0_UV}=7.1Vに設定する場合を仮定します。CFG_S0_UVを以下のように設定します。

$$\begin{aligned}\text{CFG_S0_UV} &= 200 \cdot \left[\frac{7.1V}{14.2V} \cdot 100\% \right] \\ &= 200 \cdot [50\%] \\ &= 100 \text{ (decimal)} \\ &= 0x64 \text{ (hexadecimal)}\end{aligned}$$

そのため、CFG_S0_UVに0x64を書き込むとV_{S0_UV}はV_{S2}の50%に設定されます。閾値のヒステリシスを実現しステージ間の発振を防止するため、必ずCFG_UV_S0よりも低いV_{S2}百分率にCFG_S0_UVを設定します。4%以上の差を推奨します。

注: V_{BAT}端子とバッテリの間にバッテリ保護回路があったとしても、CFG_UV_S0とCFG_S0_UVを使うとチャージャは起動できます。初期のV_{BAT}電圧が0であったとしても、両方のレジスタを0x00に設定すると確実にチャージャは起動でき障害に入ることはできません。

関連のデータシート・セクション:充電障害、バッテリ充電アルゴリズム、ハードウェア設定:ステージ2のV_{BAT}(V_{S2})、温度補償の設定

CFG_S0_S1

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット	単位	フォーマット	例	最小値	最大値	説明
0x3E	[7:0]	200 • (% of V _{S2})	Unsigned Integer	70% = 0x8C 55.5% = 0x6F	0% = 0x00	90% = 0xB4	V _{S2} の百分率としてV _{S0_S1} 電圧を設定します。 精度は1ビットあたり0.5%です。

このレジスタを使ってV_{S0_S1}(ステージ0トリクル充電を出てステージ1定電流充電に入る立上がりV_{BAT}閾値)を設定します。V_{S0_S1}はステージ2電圧V_{S2}の百分率です。そのため、ステージ2の温度補償をCFG_CHRG_MISC→TC_ENABLEビットによって有効にした場合、V_{S0_S1}はV_{S2}に比例して温度と共に変化します。

CFG_S0_S1はV_{S2}の百分率(0%~90%)を表す8ビット符号なし整数であり、以下のように計算されます。

$$\text{CFG_S0_S1} = 200 \cdot \left[\frac{V_{\text{S0_S1}}}{V_{\text{S2}}} \cdot 100\% \right]$$

I²Cレジスタの説明

例: VS₂が 14.2V に設定されており、VS_{0_S1} = 9.94V に設定する場合を仮定します。CFG_S0_S1 を以下のように設定します。

$$\begin{aligned} \text{CFG_S0_S1} &= 200 \cdot \left[\frac{9.94\text{V}}{14.2\text{V}} \cdot 100\% \right] \\ &= 200 \cdot [70\%] \\ &= 140 \text{ (decimal)} \\ &= 0x8C \text{ (hexadecimal)} \end{aligned}$$

そのため、CFG_S0_S1 に 0x8C を書き込むと VS_{0_S1} は VS₂ の 70% に設定されます。閾値のヒステリシスを実現しステージ選択時の発振を防止するため、必ず CFG_S1_S0 よりも高い VS₂ 百分率に CFG_S0_S1 を設定します。4% 以上の差を推奨します。

関連のデータシート・セクション: バッテリ充電アルゴリズム、ハードウェア設定: ステージ2のV_{BAT}(VS₂)、温度補償の設定

CFG_S1_S0

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット	単位	フォーマット	例	最小値	最大値	説明
0x3F	[7:0]	200 • (% of VS ₂)	Unsigned Integer	66% = 0x84 55.5% = 0x6F	0% = 0x00	90% = 0xB4	V _{S2} の百分率として VS _{1_S0} 閾値を設定します。 分解能は 1 ビットあたり 0.5% です。

このレジスタを使って VS_{1_S0} (ステージ1充電を出てステージ0トリクル充電に戻る立下がり V_{BAT} 閾値) を設定します。VS_{1_S0} はステージ2電圧 VS₂ の百分率です。そのため、ステージ2の温度補償を CFG_CHRG_MISC → TC_ENABLE ビットによって有効にした場合、VS_{1_S0} は VS₂ に比例して温度と共に変化します。

CFG_S1_S0 は VS₂ の百分率(0%~90%)を表す 8 ビット符号なし整数であり、以下のように計算されます。

$$\text{CFG_S1_S0} = 200 \cdot \left[\frac{V_{S1_S0}}{V_{S2}} \cdot 100\% \right]$$

例: VS₂ が 14.2V に設定されており、VS_{1_S0} = 9.39V に設定する場合を仮定します。CFG_S1_S0 を以下のように設定します。

$$\begin{aligned} \text{CFG_S1_S0} &= 200 \cdot \left[\frac{9.39\text{V}}{14.2\text{V}} \cdot 100\% \right] \\ &= 200 \cdot [66\%] \\ &= 132 \text{ (decimal)} \\ &= 0x84 \text{ (hexadecimal)} \end{aligned}$$

そのため、CFG_S1_S0 に 0x84 を書き込むと VS_{1_S0} は VS₂ の 66% に設定されます。閾値のヒステリシスを実現しステージ選択時の発振を防止するため、必ず CFG_S0_S1 よりも低い VS₂ 百分率に CFG_S1_S0 を設定します。4% 以上の差を推奨します。また、ステージ選択時の発振を防止するため、必ず CFG_UV_S0 閾値よりも高い VS₂ 百分率に CFG_S1_S0 を設定します。同様に、4% 以上の差を推奨します。

注: ステージ2またはステージ3にある間に V_{BAT} が VS_{1_S0} 閾値を下回ると、充電アルゴリズムはリセットされます。

関連のデータシート・セクション: バッテリ充電アルゴリズム、ハードウェア設定: ステージ2のV_{BAT}(VS₂)、温度補償の設定

I²Cレジスタの説明

温度障害制限値の設定

以下の2つのレジスタは、温度障害の上限値と下限値を設定することでバッテリ温度動作範囲を設定します。これらのレジスタ値は°C単位で、2の補数、符号付き整数として保存されます。

表15. バッテリ温度構成レジスタのまとめ

レジスタ名	サイズ	I ² Cレジスタ・アドレス	I ² Cブート読み出しアドレス	説明	参照ページ
CFG_TBAT_MIN	BYTE	0x40	0xA0	バッテリ低温障害制限閾値を設定します。	50
CFG_TBAT_MAX	BYTE	0x41	0xA1	バッテリ高温障害制限閾値を設定します。	50

CFG_TBAT_MIN

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット	単位	フォーマット	例	説明
0x40	[7:0]	°C	Signed Integer	0°C = 0x00 -20°C = 0xEC	バッテリ低温障害制限値を設定します。

このレジスタはバッテリ低温制限値を設定します。TEMPSENSEピンで測定された温度が設定された制限値以下の場合、低温障害が発生します(STAT_CHRGFAULTS→LOW_TBAT_FAULT = 1)。低温障害がクリアされるには、温度がバッテリ低温制限値を約5°C上回る必要があります(5°Cのヒステリシス)。障害が適切にクリアされると、STAT_CHRGFAULTS→LOW_TBAT_FAULT = 0として示されます。通常動作の場合、CFG_TBAT_MINはCFG_TBAT_MAXより低い値にする必要があります。

TEMPSENSEピンの温度計測精度は、-40°C未満の温度で低下します。低温でのバッテリ充電が必要な場合、CFG_TBAT_MINを-128(符号付き整数)に設定し、最低温度障害制限値を無効にすることを検討します。

関連のデータシート・セクション: 充電障害、ハードウェア設定：バッテリ温度および遮断検出、TELE_TBAT、自動再開の設定

CFG_TBAT_MAX

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット	単位	フォーマット	例	説明
0x41	[7:0]	°C	Signed Integer	0°C = 0x00 35°C = 0x23	バッテリ高温障害制限値を設定します。

このレジスタはバッテリ高温制限値を設定します。TEMPSENSEピンで測定された温度が設定された制限値以上の場合、高温障害が発生します(STAT_CHRGFAULTS→HIGH_TBAT_FAULT = 1)。高温障害がクリアされるには、温度がバッテリ高温制限値を約5°C下回る必要があります(5°Cのヒステリシス)。障害が適切にクリアされると、STAT_CHRGFAULTS→HIGH_TBAT_FAULT = 0として示されます。通常動作の場合、CFG_TBAT_MAXはCFG_TBAT_MINより高い値にする必要があります。

TEMPSENSEピンの温度計測精度は、60°Cを超える温度で低下します。高温でのバッテリ充電が必要な場合、CFG_TBAT_MAXを127(符号付き整数)に設定し、最高温度障害制限値を無効にすることを検討します。

関連のデータシート・セクション: 充電障害、ハードウェア設定：バッテリ温度および遮断検出、TELE_TBAT、自動再開の設定

I²Cレジスタの説明

ステージ・タイムアウト制限値の設定

電源モードでは、以下のレジスタ値を適切に設定することで各ステージに対して個別に有限の充電時間制限値を設定できます。バッテリに負荷が存在する場合、満充電を達成するのに必要な時間が予測できないため、充電時間制限値を使わないことを推奨します。ステージ・タイマーが不要な場合、適切なレジスタに0x00を書き込むとそれらが無効になり、全ての障害条件の代わりに無期限に充電は実行されます。

太陽電池パネルで電力を供給している場合、充電時間制限値は無効になります。この場合、これらのレジスタの全ての有限の時間制限設定値は無限の時間制限値として解釈されます。

表16. ステージ0~3のタイマー構成レジスタのまとめ

レジスタ名	サイズ	I ² Cレジスタ・アドレス	I ² Cブート読み出しアドレス	説明	参照ページ
CFG_TMR_S0	BYTE	0x42	0xA2	電源モードのステージ0充電時間制限値を設定します。	51
CFG_TMR_S1	BYTE	0x43	0xA3	電源モードのステージ1充電時間制限値を設定します。	51
CFG_TMR_S2	BYTE	0x44	0xA4	電源モードのステージ2充電時間制限値を設定します。	51
CFG_TMR_S3	BYTE	0x45	0xA5	電源モードのステージ3充電時間制限値を設定します。	51

CFG_TMR_S0

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット	単位	フォーマット	例	説明
0x42	[7:0]	Minutes	Unsigned Integer	22 Min = 0x05 63 Min = 0x0E	ステージ0の充電時間制限値を設定します。1ビットあたり4.47分です。値0x00はタイマーを無効にします。

CFG_TMR_S1

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット	単位	フォーマット	例	説明
0x43	[7:0]	Minutes	Unsigned Integer	179 Min = 0x28 10 Hrs. = 0x86	ステージ1の充電時間制限値を設定します。1ビットあたり4.47分です。値0x00はタイマーを無効にします。

CFG_TMR_S2

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット	単位	フォーマット	例	説明
0x44	[7:0]	Minutes	Unsigned Integer	22 Min = 0x05 63 Min = 0x0E	ステージ2の充電時間制限値を設定します。1ビットあたり4.47分です。値0x00はタイマーを無効にします。

CFG_TMR_S3

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット	単位	フォーマット	例	説明
0x45	[7:0]	Minutes	Unsigned Integer	179 Min = 0x28 10 Hrs. = 0x86	ステージ3の充電時間制限値を設定します。1ビットあたり4.47分です。値0x00はタイマーを無効にします。

関連のデータシート・セクション: STAT_TSx_REMAIN、バッテリ充電アルゴリズム、自動再開の設定

I²Cレジスタの説明

自動再開の設定

以下のレジスタ(表17)は、充電が自動的に再開する条件の一部を設定します。LT8491は、より有利な動作条件が回復するまでチャージャを停止させる可能性がある多くのチェック機能を備えています。自動再開が行われると、バッテリ温度障害から復帰する場合を除き、全てのタイマーはリセットされます。

表17. 自動再開構成レジスタのまとめ

レジスタ名	サイズ	I ² Cレジスタ・アドレス	I ² Cブート読み出しアドレス	説明	参照ページ
CFG_RSTRT_IN_FLT	BYTE	0x46	0xA6	障害条件からのチャージャの自動再開の設定値を設定します。	52
CFG_RSTRT_IN_DONEA	BYTE	0x47	0xA7	充電終了からのチャージャの自動再開の設定値を設定します。	54
CFG_RSTRT_IN_DONEB	BYTE	0x48	0xA8	充電終了からのチャージャの自動再開の設定値を設定します。	55
CFG_RSTRT_IN_S3	BYTE	0x49	0xA9	ステージ3にある場合のチャージャの自動再開の設定値を設定します。	55

CFG_RSTRT_IN_FLT

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット名	ビット	説明
0x46	RSTRT_ON_TMR_FLT_HRS	[7:4]	タイマー障害(TS _x _EXPIRED_FLT = 1)が発生した後、チャージャはここで指定された時間待機し、ステージ0で充電を再開します。この再開遅延は0.5~7.5時間を½時間刻みで設定できます。これらのビットをオール0に設定すると、この自動再開機能は無効化されます。各NO_RSTRTまたはNO_RESUME設定値(以下のビットを参照)を持つ障害を検出した場合、この再開設定値よりも優先され、自動再開が続けて実行されることはありません。 例:0100b = 2時間の再開遅延
	NO_RSTRT_ON_VOLTS	[3]	0の場合、以下のいずれかが発生すると、充電を自動的に再開します。 <ul style="list-style-type: none"> ステージ2タイマー障害(TS2_EXPIRED_FLT = 1)かつV_{BAT} ≤ V_{S1_S0} ステージ1タイマー障害(TS1_EXPIRED_FLT = 1)かつ(V_{BAT}が5%増加、またはV_{BAT}がV_{S2}の98%まで増加) ステージ0タイマー障害(TS0_EXPIRED_FLT = 1)かつV_{BAT} ≥ V_{S0_S1} 1の場合、これらの条件のいずれによっても自動的には再開しません。
	NO_RSTRT_ON_DISCON_FLT	[2]	このビットが1であり、かつバッテリ遮断障害が検出された場合、充電を停止させ自動的には再開させません。バッテリ遮断障害の後、充電を再開するには、CTRL_CHRG_ENレジスタを使って充電ロジックをオフにしてからオンに切り替える必要があります。
	NO_RSTRT_ON_BATLOW_FLT	[1]	このビットが1であり、かつ低V _{BAT} 障害が検出された場合、充電を停止させ自動的には再開させません。低V _{BAT} 障害の後、充電を再開するには、CTRL_CHRG_ENレジスタを使って充電ロジックをオフにしてからオンに切り替える必要があります。
	NO_RESUME_ON_TBAT_FLT	[0]	このビットが1であり、かつバッテリ温度障害が検出された場合、充電を停止させ自動的には再開させません。バッテリ温度障害の後、CTRL_CHRG_ENレジスタを使って充電コントロール・ロジックをオフにしてからオンに切り替えることでのみ充電を再開できます。

I²Cレジスタの説明

CFG_RSTRT_IN_FLTレジスタの具体的な使い方として、使えなくなったバッテリを交換する場合があります。必要に応じて、バッテリを交換するまでチャージャをオフに維持できます。また、充電を開始する前に電圧測定が必要な場合もあります。バッテリを検証した後、CTRL_CHRG_ENを使って充電ロジックを開始できます。図9に、CFG_RSTRT_IN_FLTレジスタの設定例を示します。このシナリオは、低バッテリ障害が検出されてもLT8491が再起動しないように設定されている場合に起こる内容を示しています。やがて、LT8491はLOW_VBAT_FLTを最初に検出します。続いて、使えなくなったバッテリがチャージャから切り離されることでBAT_DISCON_FLTを検出します。故障表示は優先度に基づいています。しかし再開条件は、優先順位付けされた障害表示にかかわらず無条件に実行されます。

関連のデータシート・セクション:充電障害、バッテリ充電アルゴリズム、CFG_TERMINATE、ステージ・タイムアウト制限値の設定

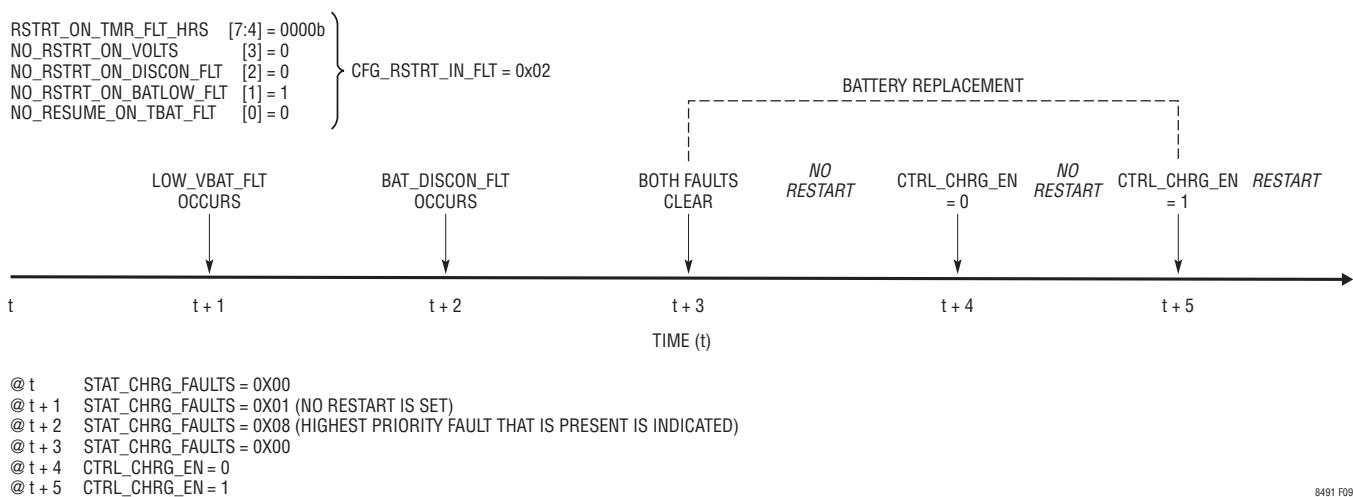


図9. 再開しない条件の例

I²Cレジスタの説明

CFG_RSTRT_IN_DONEA

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット名	ビット	説明
0x47	RSTRT_IN_DONE_ON_VOLTS	[7]	充電終了ステージにあり、かつRSTRT_IN_DONE_SET_VOLTSビットで設定された電圧をVBAT電圧が下回ったことが検出された場合、このビットをセットするとバッテリ充電は自動的に再開します(図8を参照)。
	RSTRT_IN_DONE_SET_VOLTS	[6:0]	VS2の百分率としてVDONE_RSTRT電圧を設定します。最大値は99%(0x8C)、分解能は1ビットあたり1%です。

RSTRT_IN_DONE_SET_VOLTSビットはVDONE_RSTRT(充電終了ステージにある場合に自動充電再開を引き起こす立下がりVBAT電圧)を設定します。充電終了ステージは、STAT_CHARGERレジスタのCHRG_STAGEビットが100bかつCHRG_LOGIC_ONビットが1の場合として示されます。VDONE_RSTRTはステージ2電圧VS2の百分率です。そのため、ステージ2の温度補償をCFG_CHRG_MISC→TC_ENABLEビットによって有効にした場合、VDONE_RSTRTはVS2に比例して温度と共に変化します。

RSTRT_IN_DONE_SET_VOLTSはVS2の百分率(0%~99%)を表す7ビット符号なし整数であり、以下のように計算されます。

$$\text{RSTRT_IN_DONE_SET_VOLTS} = 100 \cdot \left[\frac{V_{\text{DONE_RSTRT}}}{V_{S2}} \cdot 100\% \right]$$

例: VS2が14.2Vに設定されており、VDONE_RSTRT = 12.07Vに設定する場合を仮定します。RSTRT_IN_DONE_SET_VOLTSを以下のように設定します。

$$\begin{aligned} \text{RSTRT_IN_DONE_SET_VOLTS} &= 100 \cdot \left[\frac{12.07V}{14.2V} \cdot 100\% \right] \\ &= 100 \cdot [85\%] \\ &= 85 \text{ (decimal)} \\ &= 0x55 \text{ (hexadecimal)} \end{aligned}$$

そのため、RSTRT_IN_DONE_SET_VOLTSに0x55を書き込むとVDONE_RSTRTはVS2の85%に設定されます。ステージ3充電を設定する場合、全てのT_{BAT}条件に対して、RSTRT_IN_DONE_SET_VOLTSをVS3よりも常に低い値に設定します。また、STAT_CHRGFAULTS→LOW_VBAT_FLTがトリガされないように、全てのT_{BAT}条件に対してRSTRT_IN_DONE_SET_VOLTSをCFG_S0_UV閾値より高い値に設定することを推奨します。4%以上の差を推奨します。

関連のデータシート・セクション: バッテリ充電アルゴリズム、充電終了

I²Cレジスタの説明

CFG_RSTRT_IN_DONEB

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット名	ビット	説明
0x48	Reserved	[7:6]	予備
	RSTRT_IN_DONE_HRS	[5:0]	これらのビットを非ゼロ値に設定することで、チャージャは充電終了ステージに達した後、遅延時間の間待機します(図8を参照)。その後、ステージ0の充電を自動的に再開します。これらのビットは0.5~31.5時間の遅延時間を1/2時間刻みで設定します。これらのビットをオール0に設定すると、この自動再開機能は無効化されます。 例:000100b = 2時間の自動再開遅延

CFG_RSTRT_IN_S3

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット名	ビット	説明
0x49	Reserved	[7:1]	予備
	RSTRT_S3_C5_VS3	[0]	ステージ3にある場合で、(1)I _{OUT} がC/5より大きい、または(2)CFG_VS3_25Cレジスタで設定されたV _{S3} 電圧閾値の96%をV _{BAT} が下回った場合、このビットをセットすると充電が再開します。

関連のデータシート・セクション: バッテリ充電アルゴリズム、自動再開の設定、ステージ0、1、3のV_{BAT}の設定

充電終了の設定

CFG_TERMINATE

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット名	ビット	説明
0x4A	Reserved	[7:6]	予備
	PS_S2_C10_TERM_EN	[5]	DC電源駆動、ステージ2、C/10終了有効: DC電源で電力を供給している際に、ステージ2でI _{OUT} 電流がC/10を下回った場合、このビットを1に設定すると充電は終了します。終了すると充電は停止し、チャージャは充電終了状態に進みます(バッテリ充電アルゴリズムのセクションを参照)。CFG_CHRG_MISC→PS_S3_ENABLEビットもセットされている場合、充電は終了する代わりにステージ3に進みます。
	SOLAR_S2_C10_TERM_EN	[4]	太陽光発電、ステージ2、C/10終了有効: 太陽電池パネルで電力を供給している際に、ステージ2でI _{OUT} 電流がC/10を下回った場合、このビットを1に設定すると充電は終了します。終了すると充電は停止し、チャージャは充電終了状態に進みます(バッテリ充電アルゴリズムのセクションを参照)。太陽電池パネルで電力を供給している際のC/10終了の詳細については、ハードウェア設定:太陽電池パネルによる充電のセクションを参照してください。CFG_CHRG_MISC→SOLAR_S3_ENABLEビットがセットされている場合、充電は終了する代わりにステージ3に進みます。
0x4A	S3_TMR_TERM_EN	[3]	ステージ・タイマー終了有効: 各ビットを1に設定すると、充電中に各ステージ・タイマーがタイムアウトした場合、障害フラグが立っていないければ充電は終了します。終了すると充電は停止し、チャージャは充電終了状態に進みます(バッテリ充電アルゴリズムのセクションを参照)。
	S2_TMR_TERM_EN	[2]	0に設定すると、タイマーのタイムアウトは障害条件として扱われます。太陽電池パネルで電力を供給している場合、タイマーとタイマーによる終了は自動的に無効化されることに注意します。
	S1_TMR_TERM_EN	[1]	
	S0_TMR_TERM_EN	[0]	

関連のデータシート・セクション: バッテリ充電アルゴリズム、ハードウェア設定: 太陽電池パネルによる充電、ハードウェア設定: DC電源による充電、ステージ・タイムアウト制限値の設定

I²Cレジスタの説明

その他の設定

表18. その他の構成レジスタのまとめ

レジスタ名	サイズ	I ² Cレジスタ・アドレス	I ² Cブート読み出しアドレス	説明	参照ページ
CFG_SCAN_RATE_LP	BYTE	0x4B	0xAB	太陽光発電低消費電力モードで指定時刻に作動する全パネル・スキャンの頻度を設定します。	56
CFG_SCAN_RATE	BYTE	0x4C	0xAC	太陽電池パネルで電力を供給している場合、指定時刻に作動する全パネル・スキャンの頻度を設定します。	56
CFG_CHRG_MISC	BYTE	0x4D	0xAD	ステージ2でのV _{S3} の使用、低消費電力モード、ステージ3、温度補償を設定します。	57

CFG_SCAN_RATE_LP

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット	単位	フォーマット	例	説明
0x4B	[7:0]	Seconds	Unsigned Integer	183 sec = 0x0B 20 min = 0x48	太陽光発電低消費電力モードで指定時刻に作動する全パネル・スキャンの周期を設定します。1ビットあたり16.66秒です。

このレジスタは、太陽光発電低消費電力モードで指定時刻に作動する全パネル・スキャンの周期を設定します。例えば、値を0x0Bに設定すると全パネル・スキャンが183秒ごとに実行されます。太陽電池パネルで電力を供給していない場合、このレジスタ設定値は無視され、全パネル・スキャンは実行されません。短い間隔で全パネル・スキャンを実行するとチャージャの出力電力と効率が低下する可能性があることに注意します。

値を0x00に設定すると、低消費電力モードで全パネル・スキャンが無効になります。最大電力点を特定するための独自のアルゴリズムの一環として、起動中と特定のステージ遷移の間にチャージャは全パネル・スキャンを実行します。

関連のデータシート・セクション: ハードウェア設定: 太陽電池パネルによる充電、最大電力点追従、オプション: 低消費電力モード

CFG_SCAN_RATE

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット	単位	フォーマット	例	説明
0x4C	[7:0]	Seconds	Unsigned Integer	183 sec = 0x0B 20 min = 0x48	太陽電池パネルで電力を供給している場合、指定時刻に作動する全パネル・スキャンの周期を設定します。1ビットあたり16.66秒です。

このレジスタは、指定時刻に作動する全パネル・スキャンの周期を設定します。例えば、値を0x48に設定すると全パネル・スキャンが20分ごとに実行されます。太陽電池パネルで電力を供給していない場合、このレジスタ設定値は無視され、全パネル・スキャンは実行されません。短い間隔で全パネル・スキャンを実行するとチャージャの出力電力と効率が低下する可能性があることに注意します。

値を0x00に設定すると、ほとんどの全パネル・スキャンが無効になります。最大電力点を特定するための独自のアルゴリズムの一環として、起動中と特定のステージ遷移の間にチャージャは全パネル・スキャンを実行します。

関連のデータシート・セクション: ハードウェア設定: 太陽電池パネルによる充電、最大電力点追従、オプション: 低消費電力モード

I²Cレジスタの説明

CFG_CHRG_MISC

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット名	ビット	説明
0x4D	Reserved	[7:5]	予備
	USE_VS3_IN_STAGE2	[4]	ステージ2のバッテリ充電電圧をCFG_VS3_25Cで設定した値に低減します。詳細を以下に示します。
	LPMODE_EN	[3]	このビットをセットすると低消費電力モードが有効になります(オプション:低消費電力モードのセクションを参照)。
	PS_S3_ENABLE	[2]	DC電源で電力を供給している場合、1に設定するとステージ3充電の使用が許可され、0に設定するとステージ3の使用が無効になります。詳細については、ハードウェア設定:太陽電池パネルによる充電、バッテリ充電アルゴリズムを参照してください。
	SOLAR_S3_ENABLE	[1]	太陽電池パネルで電力を供給している場合、1に設定するとステージ3充電の使用が許可され、0に設定するとステージ3の使用が無効になります。詳細については、ハードウェア設定:DC電源による充電、バッテリ充電アルゴリズムを参照してください。
	TC_ENABLE	[0]	1に設定すると、VS ₂ とVS ₃ の温度補償が有効になります。温度補償の設定のセクションを参照してください。

BIT[4] – USE_VS3_IN_STAGE2: このビットをセットすると、ステージ2の低電圧バッテリ充電が可能になります。例えば、このビットは、バッテリ負荷電流がC/10を上回る場合のその場での鉛酸バッテリの充電に使えます(現場でのバッテリ充電のセクションを参照)。この場合、チャージャの出力電流がC/10を下回らず、バッテリをVS₂電圧に維持することは望ましくない場合があるため、チャージャはステージ3に進めません。

USE_VS3_IN_STAGE2をセットすると、以下のようにチャージャに作用します。

- ステージ2では、バッテリはVS₃の最大電圧に充電されます(VS₂ではありません)。VS₃は以下のレジスタで設定されます。CFG_VS3_25C、CFG_TC3、CFG_TC2、CFG_TC1、TC_ENABLEビット(上記)。
- V_{BAT}ステージ電圧閾値(V_{UV_S0}、V_{S0_UV}、V_{S0_S1}、V_{S1_S0})は、このビット設定値からは影響を受けません(バッテリ充電アルゴリズム、ステージ0、1、3のV_{BAT}設定を参照)。
- ステージ1からステージ2への遷移は、V_{BAT}がVS₃の98%まで増加した場合に起こります(VS₂の98%ではありません)。
- ステージ2からステージ1への遷移は、V_{BAT}がVS₃の95%まで減少した場合に起こります(VS₂の95%ではありません)。

詳細については、図7と図8を参照してください。

このビットをセットしている場合、以下も推奨します。

- CFG_CHRG_MISCレジスタのPS_S3_ENABLEとSOLAR_S3_ENABLEを0に設定することで、ステージ3充電を無効にします。USE_VS3_IN_STAGE2をクリアすると、ステージ3充電は再び有効にできます。
- CFG_TERMINATEレジスタのPS_S2_C10_TERM_ENおよびSOLAR_S2_C10_TERM_ENビットをクリアすることで、ステージ2のC/10充電終了を無効にすることを検討します。

I²Cレジスタの説明

温度補償の設定

表19. 温度補償構成レジスタのまとめ

レジスタ名	サイズ	I ² Cレジスタ・アドレス	I ² Cポート読出しアドレス	説明	参照ページ
CFG_CHRG_MISC	BYTE	0x4D	0xAD	温度補償を有効にするためのビットを含みます。	57
CFG_TC3	LONG-WORD	0x4E	0xAE	ステージ2および3の温度補償の3次係数	59
CFG_TC2	LONG-WORD	0x52	0xB2	ステージ2および3の温度補償の2次係数	
CFG_TC1	LONG-WORD	0x56	0xB6	ステージ2および3の温度補償の1次係数	

一部の化学的構造のバッテリの場合、バッテリ温度(T_{BAT})に応じて充電電圧を調整した場合に最も良好に充電できます。鉛酸バッテリでは、温度が変化するにつれて理想的な充電電圧が大幅に変化します。温度検出サーミスターをバッテリに結合させることで、LT8491は V_{S2} および V_{S3} 電圧を自動的に調整できます。温度補償は、CFG_CHRG_MISCレジスタで有効化されます。詳細については、ハードウェア設定:バッテリ温度および遮断検出におけるサーミスターの接続の情報参照してください。

ステージ2の温度補償を有効にした場合(CFG_CHRG_MISC→TC_ENABLEビット = 1)、FBOWピンのPWMデューティ・サイクルは温度に応じて自動的に調整されます。 T_{BAT} が変化するにつれて、この温度補償により V_{S2} が調整されます。この温度補償は、ステージ0、1、3の V_{BAT} 設定のセクションに示す全ての V_{BAT} ステージ電圧も変化させます(これらは全て V_{S2} の百分率であるためです)。

V_{S2} は、以下のように温度によって自動的に調整されます。

$$V_{S2}(T_{BAT}) = V_{S2}(25^{\circ}\text{C}) \cdot \text{TFACCTOR}(T_{BAT})$$

$$V_{S3}(T_{BAT}) = V_{S3}(25^{\circ}\text{C}) \cdot \text{TFACCTOR}(T_{BAT})$$

ここで、

$V_{S2}(25^{\circ}\text{C})$ = 25°Cでのステージ2の V_{BAT} (ハードウェア設定:ステージ2の V_{BAT} (V_{S2})のセクションを参照)。

$V_{S3}(25^{\circ}\text{C})$ = 25°Cでのステージ3の V_{BAT} (ステージ0、1、3の V_{BAT} 設定を参照)

$$\text{TFACCTOR}(T_{BAT}) = (1 + \Delta T \cdot \text{TC1} + \Delta T^2 \cdot \text{TC2} + \Delta T^3 \cdot \text{TC3})$$

$$\Delta T = (T_{BAT}(\text{°C})) - 25^{\circ}\text{C}$$

デフォルトのTCx係数(I²Cレジスタ・マップを参照)を使って、 V_{S2} と V_{S3} が T_{BAT} に応じて以下のように調整されます。

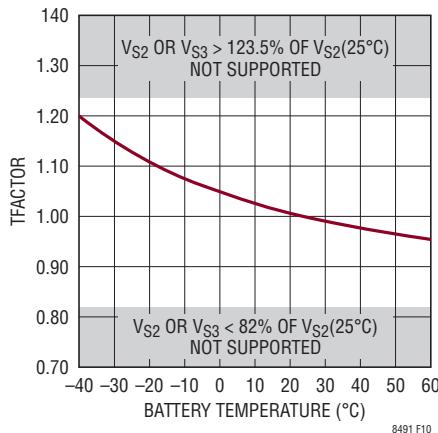


図10. ステージ2のデフォルトのバッテリ電圧温度補償

I²Cレジスタの説明

図10の曲線は、必要に応じてCFG_TCxレジスタによって変更できます。ハードウェアの限界により、V_{S2}(T_{BAT})とV_{S3}(T_{BAT})はV_{S2}(25°C)のおよそ82%～123.5%の範囲に制限されます。

チャージャを適切に動作させるには、V_{S3}をV_{S2}より常に低い値に設定する必要があります。

CFG_TC3、CFG_TC2、CFG_TC1

I ² Cレジスタ・アドレス	レジスタ名	ビット	フォーマット	例	説明
0x4E	CFG_TC3	[31:0]	Single Precision Float	-1.49e-7 = 0xB41FFCCF	TC3 温度係数
0x52	CFG_TC2	[31:0]		1.34e-5 = 0x3760D090	TC2 温度係数
0x56	CFG_TC1	[31:0]		-1.54e-3 = 0xBAC9D9D3	TC1 温度係数

これらのレジスタは、ステージ2とステージ3のバッテリ電圧の温度補償を設定します。ステージ2または3で充電する場合とCFG_CHRG_MISC→TC_ENABLE = 1の場合にのみこれらの値は使われます。これらの値の使い方を説明する式については、前のセクションを参照してください。

ユーザ・コードの設定

表20. ユーザ・コード・レジスタ

レジスタ名	サイズ	I ² Cレジスタ・アドレス	I ² Cブート読み出しアドレス	説明	参照ページ
CFG_USER_CODE	WORD	0x5A	0xBA	2バイトのユーザ情報	59

CFG_USER_CODE

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット名	ビット	説明
0x5A	USER_INPUT_DATA	[15:0]	2バイトのユーザ情報。

これらの2バイトは、必要な全てのユーザ・データ(例:リビジョン、ロット、アセンブリの情報等)を保存するために使えます。LT8491は、いかなる機能のためにもこのデータを使いません。

I²Cレジスタの説明

メーカー・データ

表21. メーカー CRC

I ² Cレジスタ名	サイズ	I ² Cレジスタ・アドレス	説明	参照ページ
MFR_DATA1	WORD	0x5C	メーカー・データ	60
MFR_DATA2	WORD	0x5E	メーカー・データ	60
MFR_DATA3	WORD	0X60	メーカー・データ	60

MFR_DATA1

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット名	ビット	説明
0x5C	-	[15:0]	メーカー・データ

MFR_DATA2

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット名	ビット	説明
0x5E	-	[15:0]	メーカー・データ

MFR_DATA3

I ² Cレジスタ・アドレス	ビット名	ビット	説明
0x60	-	[15:0]	メーカー・データ

アプリケーション情報

ハードウェア設定

ハードウェア設定: 入力電圧検出および変調

太陽電池パネル電圧を変調するには、図11に示す受動部品ネットワークが必要です。DC電源で電力を供給している場合、 V_{IN} 電圧を測定するためにこのネットワークを使います。太陽電池パネルで電力を供給している場合も、DC電源で電力を供給している場合も、このネットワークは必要です。

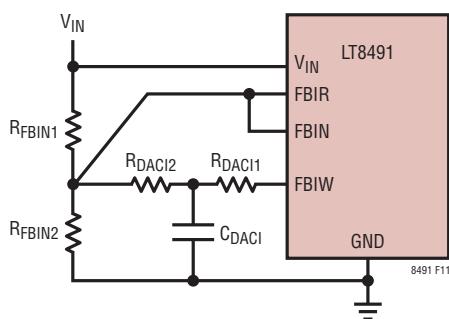


図11. 入力帰還抵抗ネットワーク

これらの受動部品の値を選択するには、太陽電池パネルの必要な最大DC入力電源電圧(V_{DCMAX})だけでなく、最大開回路電圧(V_{OCMAX})も知る必要があります(ハードウェア設定:DC電源による充電のセクションを参照)。 V_{OCMAX} は通常低温で起こり、太陽電池パネル・メーカーのデータシートで仕様規定されているはずです。受動部品の適切な値を求めるには以下の式を使います。

$$R_{FBIN1} = 100k \cdot \left[\frac{1 + \left(\frac{4.470V}{V_{MAX}-6V} \right)}{1 + \left(\frac{5.593}{V_{MAX}-6V} \right)} \right] \Omega$$

$$R_{DACI2} = 2.75 \cdot \left(\frac{R_{FBIN1}}{V_{MAX}-6V} \right) \Omega$$

$$R_{FBIN2} = \frac{1}{\left(\frac{1}{100k - R_{FBIN1}} \right) - \left(\frac{1}{R_{DACI2}} \right)} \Omega$$

$$R_{DACI1} = 0.2 \cdot R_{DACI2} \Omega$$

$$C_{DACI} = \frac{1}{1000 \cdot R_{DACI1}} F$$

ここで V_{MAX} は、 V_{OCMAX} と V_{DCMAX} の大きい方に多少の余裕を追加した値です。抵抗は、1%以下の許容誤差を持っている必要があります。

標準抵抗値の精度に起因して、計算値を単純にそれらに最も近い標準値に丸めると、不要な誤差の原因となる場合があります。計算結果と一致させるため、複数の抵抗を直列にして使うことを検討します。さもなければ、標準抵抗値を使い、最終的な部品選択の結果を以下の式を使って確認します。

$$V_{X2} = 1.205 \cdot \left[\frac{R_{FBIN1}}{R_{DACI1} + R_{DACI2}} + \left(\frac{R_{FBIN1}}{R_{FBIN2}} \right) + 1 \right]$$

V_{X2} は、選択した抵抗を使うことで得られる実際の V_{MAX} を示します。この結果が、そのアプリケーションの目的の V_{MAX} 以上であることを確認します。

$$V_{X1} = V_{X2} - 3.3 \cdot \left(\frac{R_{FBIN1}}{R_{DACI1} + R_{DACI2}} \right)$$

V_{X1} は、6Vにできるだけ近付ける必要があります。最良の標準抵抗値を求めるために、反復が必要な場合があります。

表22に、20V、40V、60V、80Vの最大入力電圧(V_{MAX})を得るために標準値部品の適切な組み合わせを示します。全体として最良の結果が得られるこれらの値を選択するには、反復計算が必要でした。

表22. 入力帰還ネットワークと V_{MAX} の関係

V_{MAX} (V)	R_{FBIN1} (kΩ)	R_{FBIN2} (kΩ)	R_{DACI1} (kΩ)	R_{DACI2} (kΩ)	C_{DACI} (nF)
20	95.3	8.45	3.4	19.1	270
40	107	4.87	1.69	8.66	560
60	105	3.24	1.05	5.36	1000
80	133	3.09	1.05	4.87	1000

ハードウェア設定: DC電源による充電で後述するように、 V_{MAX} を80Vに任意に設定することは、全ての動作条件(特に低い入力電圧)で、LT8491の最良の動作につながるとは限りません。各アプリケーションに必要な電圧範囲を検討する必要があります。

ハードウェア設定: VINRピンの接続

VINRピンは2つの機能のために使います。第1に、LT8491に太陽電池パネルで電力を供給している間、VINRピンを測定

アプリケーション情報

して絶対的なパネル電圧を求め、低電圧条件の有無を確認します。そのため、VINRを抵抗分圧ネットワークに接続する必要があります(図12を参照)。これらの抵抗は、1%以下の許容誤差を持っている必要があります。

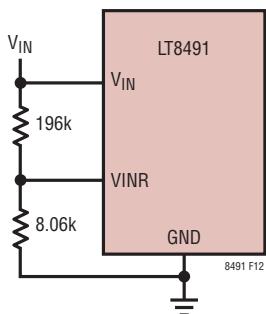


図12. VINRの抵抗分圧器回路

第2に、VINRがロー(174mV(代表値)未満)にされると、LT8491は電源モードに入ります。電源モードでは、不要な太陽電池パネル機能が無効になり、LT8491はDC電源で適切に動作できます。電源モードの有効化はSTAT_SUPPLYおよびTELE_VINRレジスタで示されます。

チャージャにDC電源のみで電力を供給する場合、VINRピンは接地できます。チャージャに太陽電池パネルのみで電力を供給する場合、図12に示すようにVINRを接続します。両方の供給方法を使う可能性がある場合、DC電源が検出された場合にVINRピンをプルダウンする方法については、オプション:DC電源検出回路のセクションを参照してください。

ハードウェア設定:太陽電池パネルによる充電

チャージャに太陽電池パネルで電力を供給する場合、以下のサブセクションに示す考慮すべき少数の特別な項目があります。

VINRの接続: 太陽電池パネルで電力を供給する場合、図12のようにVINRピンを接続する必要があります。

タイマーの無効化: 太陽電池パネルで電力を供給している場合、充電タイマーが無効になります。タイマー終了とタイマー障害も、それらの構成設定値にかかわらず無効になります。詳細については、データシートのステージ・タイムアウト制限値の設定、充電終了の設定のセクションを参照してください。

太陽電池パネルで電力を供給している場合、パネルの照度条件が変化する際に充電サイクル全体で満充電電流を確保できないことに起因して、タイマーは無効になります。また、不十分な照度に起因してチャージャへの全電力が失われた場合、タイマーはリセットされる場合があります。これは、太陽光発電アプリケーションでのタイマーの使用を本質的に信頼できないものにしています。

C/10検出: 太陽電池パネルで電力を供給している場合、(1)バッテリが満充電に近づいたことと(2)利用可能なパネル電力が不十分であることのどちらかの理由で充電電流がC/10を下回ることがあります。LT8491は、電流を減少させる原因となった条件を特定できます。C/10充電終了遷移が行われるように設定している場合(CFG_TERMINATEおよびCFG_CHRG_MISCレジスタを参照)、バッテリが満充電に近づいたことがC/10になった原因である場合にのみ遷移が発生します。それ以外の場合、C/10充電終了遷移は行われません。利用可能なC/10充電終了遷移の詳細については、図8を参照してください。

最小パネル電圧: チャージャを動作させるには、6V以上のパネル電圧が必要です。しかし、より高いパネル電圧が必要とされる場合もあります。

1. 低消費電力モードを有効にしている場合: 低消費電力モードを使うと、非常に弱い照度条件で太陽電池パネルからさらなる電力を回収できます。低消費電力モードを有効にしている場合(CFG_CHRG_MISC→LPMODE_EN = 1)、チャージャがバッテリの充電を試みる前に、パネル電圧は初期的に10V(代表値、VINRピンで測定)を上回っている必要があります。詳細については、オプション:低消費電力モードのセクションを参照してください。
2. 低消費電力モードを無効にしている場合: 低消費電力モードを無効にしている場合(CFG_CHRG_MISC→LPMODE_EN = 0)、パネルが6Vを上回っているとチャージャはバッテリを充電しようと試みます。しかし、十分なパネル電流が検出されない場合、LT8491は一時的に充電を停止します。チャージャは、十分なパネル電流の有無を30秒(代表値)間隔で確認します。またはその前に、パネル電圧の大幅な増加またはバッテリ電圧の大範な減少をLT8491が検出したかどうかを確認します。
3. 低入力電圧効果: 図13に、最小入力電圧を示します。この電圧を下回ると最大充電電流が減少する場合があります。この制限値は、入力V_{MAX}に応じて変化します(上述のハードウェア設定:入力電圧検出および変調

アプリケーション情報

のセクションを参照)。FBINがそのレギュレーション電圧(1.205V(代表値))に近付くにつれて、最大充電電流は減少する場合があります。(1)低電圧DC電源でチャージャに電力を供給している場合と、(2)低電圧パネルを、はるかに高い電圧のパネル向けに構成したチャージャと組み合わせて使っている場合を除き、これは通常大きな問題ではありません。そのVINが図13の「通常設定」の線から下に離れるほど、最大充電電流の減少量が増す可能性があります。

太陽電池パネルで電力を供給する場合、V_{MAX}に近い最大開回路電圧(V_{OCTMAX})を持つパネルを選択します(ハードウェア設定:入力電圧検出および変調のセクションを参照)。最大電力点電圧は、通常は図13の電圧閾値よりもはるかに高いため、電流制限が問題になることはほとんどありません。V_{MAX}より大幅に低い電圧で動作する太陽電池パネルは、特に最大電力点電圧が図13の「通常設定」の線を下回ることが多い場合、使わないようにします。

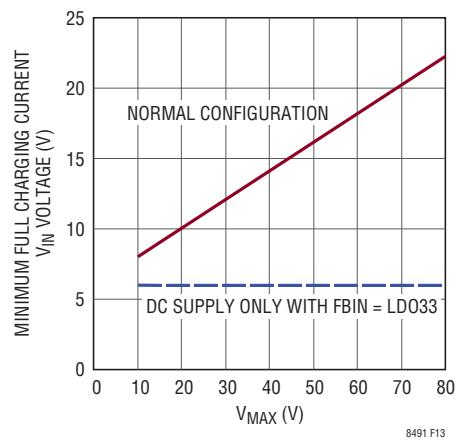


図13. 最小満充電電流V_{IN}電圧

入力電流制限値: ハードウェア設定:入力電流検出および制限のセクションの太陽電池パネルのセクションを参照してください。

ハードウェア設定:DC電源による充電

チャージャにDC電源で電力を供給する場合、以下のサブセクションに示す考慮すべき少数の特別な項目があります。

電源モードの選択: DC電源でLT8491に電力を供給する場合、電源モードを有効にする必要があります。これは、VINR

ピンをロー(グラウンド)にすることで行われます(ハードウェア設定:VINRピンの接続のセクションを参照)。オプション:DC電源の検出のセクションでは、DC電源が存在する場合にVINRを自動的にローにする方法を説明します。

最小入力電圧の要件: 電源モードの場合、LT8491は最小6Vの入力で動作します。しかし、入力電圧検出ネットワーク抵抗の決定の際に使ったV_{MAX}電圧によっては、低い入力電圧で充電電流能力が制限される場合があります(ハードウェア設定:入力電圧検出および変調のセクションを参照)。図13に、必要な最小入力電源電圧を示します。それより低い電圧では、充電電流が最大出力電流制限を下回る可能性があります。DC電源のみでLT8491に電力を供給する場合、(1)FBIRからFBINを遮断し、(2)FBINピンをLDO33に直接接続することで、図13に示す最小入力電圧を6Vまで下げることができます。

入力電流制限値: DC電源を使用している場合、入力電流制限値を考慮する必要があります。これについては、ハードウェア設定:入力電流検出および制限のセクションを参照してください。

ハードウェア設定:ステージ2のV_{BAT}(V_{S2})

ステージ2のバッテリ電圧(V_{S2})は最大バッテリ充電電圧です。ステージ0、1、3の電圧制限値はV_{S2}の百分率として設定されます(ステージ0、1、3のV_{BAT}設定のセクションを参照)。温度補償充電を有効にしている場合、V_{S2}は温度によって変化します(温度補償の設定のセクションを参照)。そのため、その他のステージの設定値もV_{S2}に比例して温度と共に変化します。

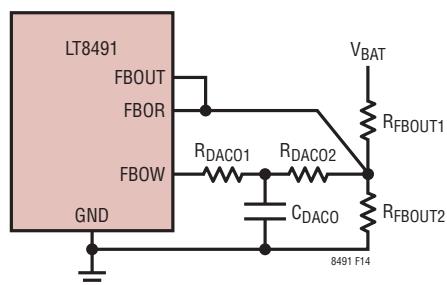


図14. 出力帰還抵抗ネットワーク

アプリケーション情報

ステージ2のバッテリ電圧(V_{S2})：ステージ2のバッテリ電圧を設定し、またFBORピン経由でV_{BAT}を測定するために、図14に示す抵抗ネットワークを使います(TELE_VBATレジスタを参照)。バッテリ・メーカーは通常、公称バッテリ電圧より高いステージ2電圧制限値を必要とします。例えば、オートモーティブ・アプリケーションで使われる12V鉛酸バッテリは通常14.2Vのステージ2充電電圧制限値を持っています。温度補償充電を使用している場合(温度補償の設定のセクションを参照)、25°CのV_{S2}の値を以下の式で使います。

R_{FBOUT2}は通常4.99kΩと49.9kΩの間になるように選択します。R_{FBOUT2}により高い値を選択すると、帰還ネットワークを通してバッテリから流れ出る電流の量が減ります。

$$R_{FBOUT1} = R_{FBOUT2} \cdot \left[V_{S2} \cdot \left(\frac{1.241}{1.211} - 0.128 \right) - 1 \right] \Omega$$

$$R_{DACO2} = \frac{R_{FBOUT1} \cdot R_{FBOUT2} \cdot 0.833}{\left(R_{FBOUT2} \cdot V_{S2} \cdot \frac{1.241}{1.211} \right) - R_{FBOUT2} - R_{FBOUT1}} \Omega$$

$$R_{DACO1} = 0.2 \cdot R_{DACO2} \Omega$$

$$C_{DACO} = \frac{1}{500 \cdot R_{DACO1}} F$$

充電電圧の精度を高めるには、出力帰還抵抗ネットワークに0.1%の許容誤差の抵抗を使うことを推奨します。

標準抵抗値の精度に起因して、計算値を単純にそれらに最も近い標準値に丸めると、不要な誤差の原因となる場合があります。計算結果と一致させるため、複数の抵抗を直列にして使うことを検討します。さもなければ、標準抵抗値を使い、最終的な結果を以下の式を使って確認します。

$$V_{X3} = \left(\frac{R_{FBOUT1}}{R_{DACO1} + R_{DACO2}} \right) \cdot (X - 1.89)$$

ここで、

$$X = 1.211 \cdot$$

$$\left[1 + \left(\frac{R_{DACO1} + R_{DACO2}}{R_{FBOUT2}} \right) + \left(\frac{R_{DACO1} + R_{DACO2}}{R_{FBOUT1}} \right) \right]$$

V_{X3}は、選択した抵抗を用いて得られる実際のV_{S2}(25°C)電圧を示します。

$$N1 = \frac{X - 1.89}{X - 3.3}$$

N1は、1.22にできるだけ近付ける必要があります。

$$N2 = 1 - \frac{1.89}{X}$$

N2は、0.806にできるだけ近付ける必要があります。最良の標準抵抗値を求めるために、反復が必要な場合があります。

表23に、12V、24V、36V、48V、60Vの充電時バッテリ電圧(公称値)を得るために標準値部品の適切な組み合わせを示します。全体として最良の結果が得られるこれらの値を選択するため、反復計算を実行しました。

表23. 標準値による出力帰還ネットワークと出力レギュレーション電圧の関係

バッテリ電圧	目標のV _{S2} (V)	R _{FBOUT1} (kΩ)	R _{FBOUT2} (kΩ)	R _{DACO1} (kΩ)	R _{DACO2} (kΩ)	C _{DACO} (nF)
12	14.2	274	23.2	26.1	124	82
24	28.4	487	20	28	107	68
36	42.6	787	21	22.6	121	100
48	56.8	1000	20	22.6	115	100
60	71.0	866	13.7	13.3	80.6	150

ハードウェア設定: 入力電流検出および制限

このセクションでは、LT8491の入力電流検出および制限回路とその適切な設定方法を説明します。

太陽電池パネル電源の考慮事項：太陽電池パネルは本質的に電流が限られており、最小入力電圧では最大電力を供給できない場合があります。LT8491は独自のMPPTアルゴリズムを使い、最大電力点を見つけるために最小6Vまでパネル電圧をスキャンします。システムの最大充電能力を達成するため、チャージャの入力電流制限値がパネルの最大電流能力よりも(少なくとも20%~30%の余裕を持って)高い値に設定されていることを確認します。

アプリケーション情報

またLT8491が、入力電流を制限するための回路と同じ回路を、入力電流を測定するために使っていることに注意します(図15を参照)。入力電流は、IMON_INに接続したIIRピン電圧(入力電流に比例)のA/D変換で測定されます。デジタル化された入力電流測定値を使って太陽電池パネルの最大電力点を求めます。より大きい入力電流制限値を設定すると、デジタル化された入力電流測定値の分解能が下がります。最大電力点計算の精度に影響を与えることがあるため、入力電流制限値を必要以上に高い値に設定しないようにします。

DC電源に関する考慮事項: 最大充電電流制限値(最大電力)でバッテリを充電する場合、低電圧の入力電源は高電圧の入力電源よりも大きい電流を供給する必要があります。これは、入力電力から何らかの効率の損失を差し引いた値と出力電力を同等と見なすことで理解できます。

$$V_{IN} \cdot I_{IN} \cdot \eta = V_{BAT} \cdot I_{BAT}$$

または、

$$I_{IN(MAX)} = \frac{V_{BAT} \cdot I_{BAT(MAX)}}{V_{IN(MIN)} \cdot \eta}$$

ここで、効率係数 η は通常0.95~0.99です。

DC電源で電力を供給している場合、(1)電源が6Vを通過してランプアップ/ダウンする際に過負荷になる可能性がある電源、または(2)チャージャ部品の許容値より大きな入力電流を供給する可能性がある電源のために、適切な入力電流制限値を設定することを推奨します。

入力電流検出および制限の設定: 入力電流はRSENSE1を使って検出されます(図15を参照)。RSENSE1を流れる電流は、以下の式に従ってIMON_INピンの電圧に変換されます。

$$V_{IMON_IN} = \left[\left(\frac{I_{IN} \cdot R_{SENSE1}}{1000} + 7\mu A \right) \cdot R_{IMON_IN} \right] V$$

LT8491はTELE_IINレジスタの入力電流遠隔測定を報告するためにIIRピン電圧のA/D変換を実行します。1.208V(代表値)を上回るIMON_IN電圧がEA2によって検出され、VC電圧を下げ、結果として入力電流が制限されます。RIMON_INは21kΩ($\pm 1\%$ 以下の誤差)とする必要があります。

この情報を使うことで、RSENSE1の適切な値を以下の式を使って計算できます。

$$R_{SENSE1} = \frac{1000 \cdot \left(\frac{1.208V}{21k\Omega} - 7nA \right)}{I_{IN(MAX)}} = \frac{0.0505}{I_{IN(MAX)}} \Omega$$

ここで、I_{IN}(MAX)は目的の最大入力電流制限値(単位はアンペア)です。25mΩより大きいRSENSE1値は推奨しません。

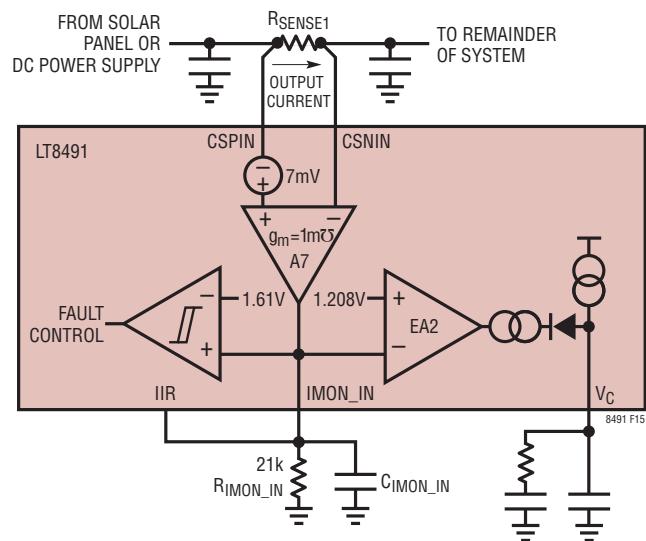


図15. 入力電流レギュレーション・ループ

C_{IMON_IN}はIMON_INのリップルを低減し、入力電流制限制御ループを安定化させます。C_{IMON_IN}を小さくすると安定性が向上し、インダクタ電流のオーバーシュートが最小限に抑えられます。しかしその代償として、ADC測定値により多くのノイズが取り込まれる可能性があるIMON_INのリップルが増加します。適切な安定性を得るために、IMON_INで生成される高い周波数のポールは、VCピンの低い周波数のポールから適切に分離する必要があります。4.7nF~22nFのC_{IMON_IN}コンデンサがほとんどのアプリケーションに適しています。

ハードウェア設定:出力電流検出および制限

最大バッテリ充電電流(通常Cと呼びます)は出力電流検出および制限回路で設定されます。出力電流はRSENSE2によって検出され、IMON_OUTピンから流れ出る比例電流に変換されます(図16を参照)。IORピン電圧のA/D測定値は、

アプリケーション情報

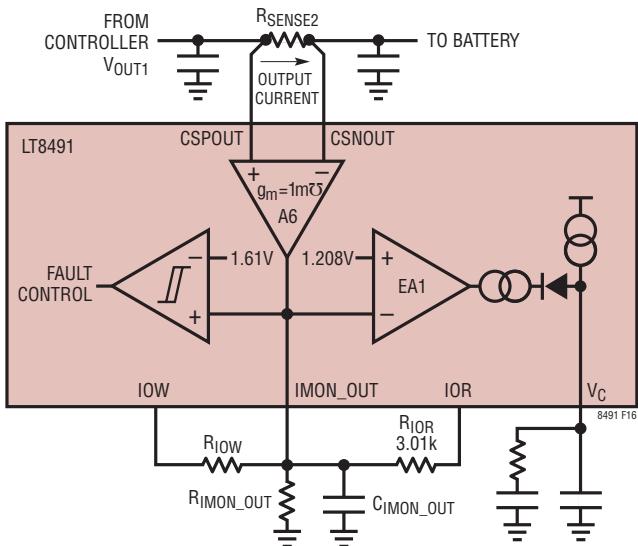


図16. 出力電流レギュレーション・ループ

TELE_IOUT レジスタに報告される出力電流遠隔測定値を求めるために使われます。IOR 電圧測定値は、充電状態の変更と終了のために C/10 を求めるためにも使われます(図8を参照)。

1.208V(代表値)を上回るIMON_OUT電圧は、EA1に起因してVCを低減させ、結果として出力電流が制限されます。IOWピンは、充電条件に応じて、グラウンドに駆動するかフローティングにします。これにより、RIOWとRIMON_OUTを適切に選択することでステージ0の電流制限値(IOUT(MAXS0))をその他のステージ(IOUT(MAX))から独立して設定できます。電流制限値は次式を使用して設定します。

$$R_{SENSE2} = \frac{0.0497}{I_{OUT(MAX)}} \Omega$$

$$R_{IMON_OUT} = \frac{1208}{I_{OUT(MAXS0)} \cdot R_{SENSE2}} \Omega$$

$$R_{IOW} = \frac{24.3k \cdot R_{IMON_OUT}}{R_{IMON_OUT} - 24.3k} \Omega$$

$$R_{IOR} = 3.01k$$

$$C_{IMON_OUT} = \text{read below}$$

ここで、IOUT(MAX)は最大充電電流(C、単位はアンペア)、IOUT(MAXS0)はステージ0の最大トリクル充電電流、IOUT(MAXS0)はIOUT(MAX)以下の値です。IOUT(MAX) = IOUT(MAXS0)の場合、RIOWをPCBから取り除き、IOWピン

をフローティングにできます。IOUT(MAXS0)はIOUT(MAX)の20%以上にする必要があります。

CIMON_OUTはIMON_OUTのリップルを低減し、定充電電流制御ループを安定化させます。CIMON_OUTを小さくすると安定性が向上し、放電したバッテリが素早く切り離されチャージャに再度接続された場合に発生する可能性があるインダクタ電流のオーバーシュートが最小限に抑えられます。しかしその代償として、ADC測定値により多くのノイズが取り込まれる可能性があるIMON_OUTのリップルが増加します。適切な安定性を得るため、IMON_OUTで生成される高い周波数のポールは、VCピンの低い周波数のポールから適切に分離する必要があります。4.7nF~22nFのCIMON_OUTコンデンサがほとんどのアプリケーションに適しています。

ハードウェア設定:電流検出のフィルタリング

CSXおよびRSX電流検出フィルタ部品(図17を参照)は、小さい平均電流レベルでの入力および出力電流測定値の精度を向上させることができます。アンプA6およびA7(図15と図16)は正のRSENSE電圧のみを增幅できます。平均RSENSE電圧が常に正であっても、小さい平均電流レベルでの電圧リップルは、フィルタによって平均化され除去される負の成分を含んでいる可能性があります。Rs1、Rs2とCs1、Cs2の推奨値は22Ωと470nFです。

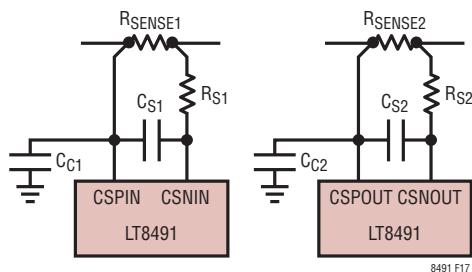


図17. 推奨電流検出フィルタ

Cc1とCc2は、LT8491のピンに到達する可能性があるコモンモード・ノイズを低減するため、ボード・レイアウトに応じて必要とされる場合があります。ほとんどの場合、適切な電圧定格の100nFセラミック・コンデンサが良好に機能します。最良の性能を得るため、必ず全てのフィルタ部品(CsX、RsX、CcX)をLT8491に近付けて配置します。

最後に、CSNOUTおよびCSNINピンの入力バイアス電流に起因して、Rs1とRs2の両端に小さな電圧降下(通常10Ωあたり約0.25mV)が生じることに注意します。これは、RSENSEの両

アプリケーション情報

端に通常約50mVの電圧降下を生じさせる最大電流制限値の約0.5%の減少を意味します。 R_{S2} 両端の0.25mVの電圧降下に起因して、C/10閾値(通常 C_{SPOUT} と C_{SNOUT} の両端で5mVが測定された場合)もC/10.5に減少します。 R_{S1} と R_{S2} の電圧降下は小さい誤差として遠隔測定値に表れます。

ハードウェア設定:バッテリ温度および遮断検出

LT8491は、バッテリ・パックと熱的に結合したNTC(負温度係数)サーミスタを使ってバッテリ温度を測定できます。10kΩ、 $\beta = 3380$ のNTCサーミスタをTEMPSENSEピンからグラウンドに接続し、18.2kΩ(1%以下の許容誤差)の抵抗をAV_{DD}からTEMPSENSEピンに接続します(図18を参照)。バッテリの温度監視が不要な場合、サーミスタの代わりに10kΩの抵抗を使います。これは、バッテリが常に25°CであることをLT8491に示します。

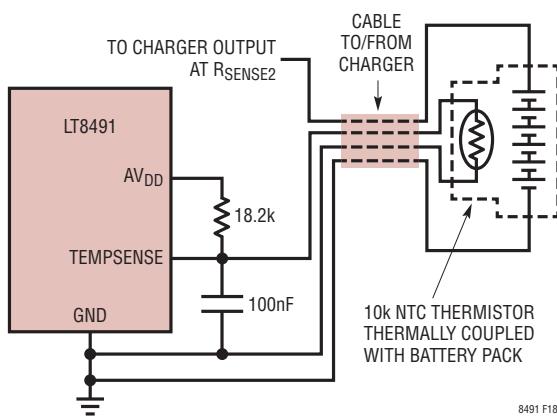


図18. バッテリ温度および遮断検出回路

熱的に結合したサーミスタを使うことで、LT8491は-40°C~60°Cのバッテリ温度(TELE_TBATレジスタから読み出せます)を精密に測定できます。TELE_TBATはおよそ-45°C~65°Cの間の温度を報告します。しかし、-40°C~60°Cの外では精度が落ちます。

LT8491は、バッテリ温度情報を用いてバッテリ充電電圧を補償できます(温度補償の設定のセクションを参照)。高および低温障害制限値も設定できます(温度障害制限値の設定のセクションを参照)。

LT8491は、TEMPSENSEピン電圧を監視することで、バッテリがチャージャから切り離されたかどうかを検出します。バッテリとの接続が切られた場合、サーミスタとの接続も切られるため、TEMPSENSE電圧は18.2kΩの抵抗によってAV_{DD}まで増加します。AV_{DD}の96%(代表値)より大きいTEMPSENSE電圧は、サーミスタが遮断されたことを示し、障害条件をアクティブにします。詳細については、充電障害のセクションを参照してください。

ハードウェア設定:SHDNピンの接続

LT8491を起動させるには、SHDNピンを1.234V(代表値)より高くする必要があります。適切な起動動作のためには5V以上のVINも必要です。そのため、VINからSHDNピンに接続した抵抗分圧器を使ってこの閾値を設定します。図19に示すようにSHDNピンを接続します(1%以下の許容誤差の抵抗が必要です)。

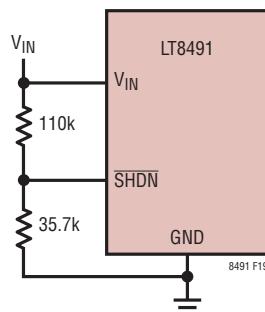


図19. SHDNピンの抵抗分圧器

ハードウェア設定:MODEピン - 電流導通モード

LT8491は、MODEピンの状態で制御される2つのスイッチング動作モードを持っています。2.3Vより高い電圧(すなわちV_{DD}またはINTV_{CC})にMODEを接続すると、本デバイスは、正の電流のみがバッテリに流れることができる不連続導通モード(DCM)に設定されます。この動作モードの詳細については、LT8705データシートを参照してください。

0.4Vより低い電圧(すなわちグラウンド)にMODEピンを接続すると、スイッチング動作は以下のように変化します。

- CCM/DCMモードの自動切替え:**非常に大きなインダクタ電流リップルは、LT8491がまだDCMで動作中に大きなピーク・インダクタ電流が印加される原因となります。こ

アプリケーション情報

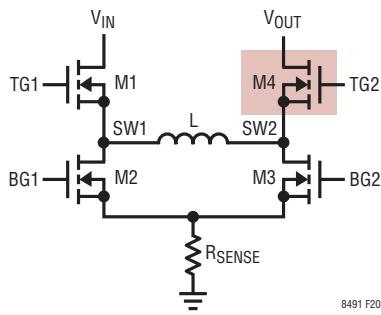


図20. パワー・スイッチの簡略図

の場合、バッテリ充電電流がM4スイッチ(図20で強調されています)のボディ・ダイオードを通して流れることに起因して、M4スイッチが高温になる可能性があります。

MODEピンをローに接続するとハイブリッド導通モード(HCM)が有効になり、M4の発熱が減少します。このモードでは、平均充電電流はIMON_OUTピンで監視されます。バッテリ充電電流が小さい、したがってIMON_OUTが低い(122mV(代表値)未満)場合、LT8491は従来型のDCMで動作します。出力充電電流が増加するにつれて、IMON_OUTは最終的に約195mVを上回り、M4をオンさせて発熱を低減させるCCM動作にLT8491が入ったことを示します。このモードでは平均充電電流は常に正ですが、各スイッチング・サイクル内ではある程度の負電流が許容されます。この挙動が望ましくない場合、DCM動作(MODEをハイに接続)を使用します。

2. **EXTVccレギュレータの自動遮断:** LT8705データシートに詳述しているように、INTVCCピンは、可能な2つの入力ピン(V_{IN}、EXTVCC)の1つによって6.35Vに安定化されています。EXTVCCピンは、LT8491での電力損失と発熱を最小化するためしばしばバッテリに接続されます。しかし、充電電流が減少した場合、バッテリの放電を防止するためEXTVCCをバッテリから遮断する必要があります。

MODEが0.4Vより低い場合、充電電流が減少するとINTVCCレギュレータは入力電源としてEXTVCCの代わりにV_{IN}を使用するよう強制され、結果として、起こり得るバッテリ放電が最小限に抑えられます。充電電流はIMON_OUTピンで監視されます。IMON_OUTが122mV(代表値)を下回ると、INTVCCレギュレータは入力電源としてV_{IN}を使います。IMON_OUTが約195mVを上回り、EXTVCCも6.4V(代表値)を上回っている場合、INTVCCはEXTVCCによって安定化されます。これと同じ機能は、外付け回路を使ってMODEをハイに接続した

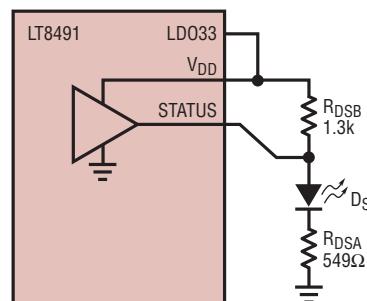
場合にも実現できます(オプション:EXTVCC遮断のセクションを参照)。

最後に、305kΩ(代表値)の抵抗がLT8491内部でEXTVCCからグラウンドに接続されています。この抵抗は、EXTVCCを遮断しない限りバッテリから電流を引き出します。充電電流が少なくなった場合または充電が停止した場合にEXTVCCを自動的に遮断する方法の詳細については、オプション:EXTVCC遮断のセクションを参照してください。

ハードウェア設定:STATUSピンによるLEDの駆動

LT8491のSTATUSピンを使ってLEDインジケータを駆動できます。このセクションでは、STATUS LEDの適切な駆動方法を説明します。STATUSインジケータ・ピンのセクションでは、STATUSピンの動作を説明します。

図21に、このピンでLEDを駆動する最も簡単な構成を示します。STATUSピンは、最大2.5mAでLEDを駆動できます。STATUSが3.3V近くに駆動された場合にLED電流を2.5mA以下に制限するようにR_{DSEA}を選択します。STATUSがグラウンド近くに駆動され、R_{DSB}の両端に約3.3Vがかかった場合にLED電流と等価な電流が流れるようにR_{DSB}を選択します。STATUSがハイに駆動された場合、図21のD_Sは約2.5mAを流します。STATUSがローに駆動された場合、R_{DSB}は約2.5mAを流します。



D_S: OSRAM, LGL29KF2J124Z

8491 F21

図21. 2.5mA STATUS LED インジケータ

より大きな電流のLEDを駆動する場合、図22の回路が使えます。この場合、D_SのLED電流はV_{IN}によって供給されます。LT8491の消費電力が増大するため、D_Sの電流をINTVCCからは流さないでください。トランジスタQ1のコレクタ-エミッタ間降伏電圧はV_{IN}より大きい必要があります。MMBT5550Lは140Vの降伏電圧を持っているため、ほとんどのアプリケーションに適しています。

アプリケーション情報

図22に示す抵抗を適切に設定するため、以下の式を使います。

$$R_E \equiv \frac{2.6}{I_D} \Omega$$

ここで I_D は、LED を流れるバイアス電流の目標値です。

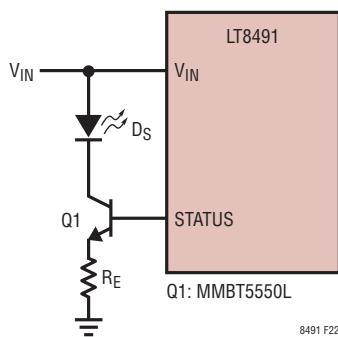


図22. STATUS LED の大電流駆動

ハードウェア設定:I²Cチップ・アドレス・ピン

LT8491のCAピンは、LT8491の4つのI²Cチップ・アドレスの1つを選択するために使う、抵抗でプログラム可能なADC入力です。

図23に、目的のI²Cアドレス(0x19、7ビット)の設定例を示します。

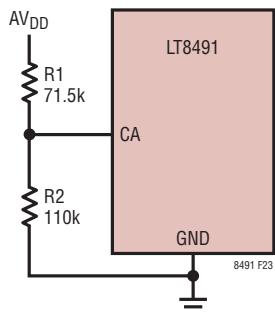


図23. チップ・アドレス選択回路

表24に示す推奨抵抗値を使います。表に示す抵抗値の組み合わせを使うことで、適切に機能を選択でき、かつ消費電流を低減できます。

表24. I²Cアドレス抵抗値

I ² Cアドレス	R1	R2
0x10	100k (Pull-Up)	-
0x19	71.5k	110k
0x20	187k	107k
0x29	-	100k (Pull-Down)

現場でのバッテリ充電

LT8491を使うと、バッテリで負荷に電力を供給しながらバッテリを充電できます。負荷は、バッテリ端子に直接接続する必要があります(図24を参照)。一部の負荷の可変性は、充電時間を予測不可能にする場合があります。この予測不可能性のため、充電時間制限を無効にすることを推奨します(ステージ・タイムアウト制限値の設定のセクションを参照)。

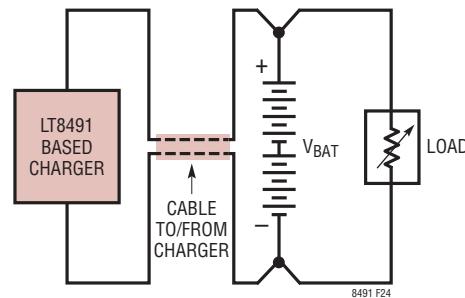


図24. LT8491 アプリケーションのバッテリへの負荷の接続

バッテリに接続された負荷が、チャージャによって供給される電流よりも多くの電流を流す場合があるため、LT8491がバッテリを充電しながら、バッテリが放電する可能性があります。この状況が発生し、ステージ2の電圧制限値の V_{S0_UV} 閾値(デフォルトは31%)をバッテリ電圧が下回った場合、低電圧障害がアクティブになり、ステージ2の電圧制限値の V_{UV_S0} 閾値(デフォルトは35%)をバッテリ電圧が上回るまでチャージャは停止したままになります。これらの閾値は設定可能であることに注意します。ステージ0、1、3のV_BATの設定を参照してください。許容できないほど低い電圧までバッテリが消耗する場合、負荷電流を止めることを検討します。

アプリケーション情報

図24の矢印は、現場でのバッテリ充電アプリケーションにおいて、バッテリをチャージャから切り離す際の適切な遮断点を示します。この遮断点は、負荷とバッテリを同時にチャージャから切り離す点であり、特定されています。なぜならLT8491は、バッテリを接続しないで直接負荷に電力を供給するように設計されていないためです。

活線挿入に関する検討事項

バッテリをLT8491チャージャに接続する場合、充電が不完全なバッテリ・スタックとチャージャ出力コンデンサの間の電荷が平衡になることで、大量の突入電流が流れる可能性があります。光が当たった太陽電池パネルまたは動作中のDC電源を入力に接続した場合も、比較的規模は小さいとしても、同様の現象が発生することがあります。突入電流の大きさは、(1)バッテリ、太陽電池パネル、電源電圧、(2)入力または出力コンデンサのESR、(3)コンデンサの初期電圧、(4)ケーブルのインピーダンスに依存します。突入電流が過剰になると、コネクタの完全性を損なう火花放電の発生や、あるいはLT8491のピンに過剰な電気的ストレスが加わる原因となる電圧オーバーシュートの発生につながる可能性があります。

過剰な突入電流を軽減するには、バッテリまたは電源をチャージャに接続する際に、まず抵抗性の経路を介して接続し、その後速やかに短絡します。これは多ピンのコネクタ内で千鳥配列のピンを使用すれば実現できます。これは、オプションの回路(図34)を使い、(+)および(-)バッテリ・リモート検出接続を最初に接続することでも実現できます。こうすることで、チャージャの出力コンデンサを抵抗R2およびR3を通して充電できます。その代わりに、ホット・スワップ・コントローラ(例:LT1641、LT4256等)を使って接続時の電流を制限することを検討します。

STATUSインジケータ・ピン

LT8491は、チャージャのステータスをSTATUSピンで報告します。視覚的なユーザ・フィードバックを得るために、このピンを使ってLEDを駆動できます。表25に、チャージャのステータスに対するこのピンのLEDの挙動を示します。

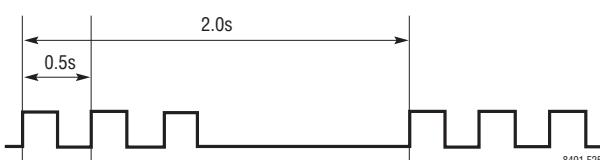


図25. ステージ3のSTATUSピンの波形例

LT8491が動作している間、STATUSピンは2秒(代表値)周期でトグルします(図25を参照)。図25に示す3つのパルスは、ステージ3のチャージャ動作を表しています。STATUSピンはプルアップしてLEDをオンさせ、グラウンドに駆動してLEDをオフさせます。

表25. ステータスLEDインジケータ

チャージャ・ステータス	ステータスLEDのパルス数/2.0秒、1パルスあたりの概算オン時間	詳細については、以下のセクションを参照
ステージ0	1、10ms	バッテリ充電アルゴリズム
ステージ1	1、250ms	バッテリ充電アルゴリズム
ステージ2および(ステージ3有効、時間制限有効、 $I_{OUT} \geq C/5$ より大きい、のいずれか)	2、250ms	バッテリ充電アルゴリズム、ステージ・タイムアウト制限値の設定、その他の設定
ステージ2および(ステージ3無効、時間制限無効、 $I_{OUT} \leq C/10$ より小さい、の全て)	オン	バッテリ充電アルゴリズム、ステージ・タイムアウト制限値の設定、その他の設定
ステージ3	3、250ms	バッテリ充電アルゴリズム
充電終了	オン	充電終了の設定
CTRL_CHRG_EN = 0	オフ	その他の機能の制御
バッテリ遮断障害	オフ	ハードウェア設定: バッテリ温度および遮断検出
無効なバッテリ温度障害	オフ	ハードウェア設定: バッテリ温度および遮断検出
タイマー・タイムアウト障害	オフ	ステージ・タイムアウト制限値の設定
バッテリ低電圧障害	オフ	ステージ0、1、3の V_{BAT} の設定

リチウムイオン・バッテリ充電

LT8491はリチウムイオン・バッテリを充電するのに適しています。表26に、LT8491をリチウムイオン・バッテリ充電のための代表的な設定にする構成例を示します。

アプリケーション情報

表26. リチウムイオン・バッテリのレジスタ設定値

レジスタ名	I ² Cレジスタ・アドレス	値
CFG_TBAT_MIN	0x40	0x00 → (0°C)
CFG_TBAT_MAX	0x41	0x32 → (50°C)
CFG_TMR_S0	0x42	0x00
CFG_TMR_S1	0x43	0x00
CFG_TMR_S2	0x44	0x00
CFG_TMR_S3	0x45	0x00
CFG_CHRG_MISC [2:0]	0x4D	000b

図26に、この構成の代表的なリチウムイオン充電サイクルを示します。タイマー終了が選択されていない場合(CFG_TERMINATE→S2_TIMER_TERM_EN = 0)、LT8491はリチウムイオン・バッテリ・スタックを目的のステージ2電圧制限値まで充電し、その制限値をいつまでも維持します。C/10終了ビットをセットすることを検討します(充電終了の設定のセクションを参照)。充電電流がC/10未満の場合、STATUSピンはハイになります(表25を参照)。

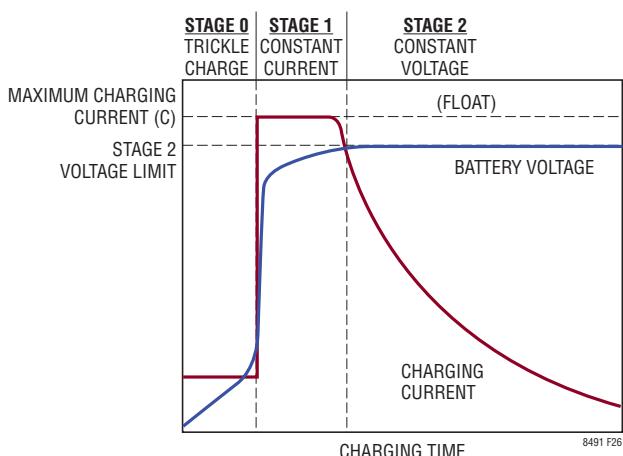


図26. リチウムイオン・バッテリの充電サイクル

注記：時間制限値を使わないで太陽電池パネルでリチウムイオン・バッテリを充電する場合、ステージ2電圧制限値がリチウムイオンの最大セル電圧の95%を超えないようにすることを推奨します。この構成では無期限に充電される可能性があるため、この指針に従うことで急速な劣化を防止し、バッテリ寿命を維持します。また、バッテリ保護回路を使っている場合、VUV_S0とVS0_UVを0に設定することを検討します。ステージ0、1、3のVBATの設定のセクションを参照してください。

鉛酸バッテリ充電

LT8491は鉛酸バッテリを充電するために使えます。表27に、LT8491を鉛酸バッテリ充電のための代表的な設定にする構成例を示します。

表27. 鉛酸バッテリのレジスタ設定値

レジスタ名	I ² Cレジスタ・アドレス	値
CFG_VS3_25C	0x3B	0x7A → (97.2%)
CFG_TBAT_MIN	0x40	0xEC → (-20°C)
CFG_TBAT_MAX	0x41	0x32 → (50°C)
CFG_TMR_S0	0x42	0x00
CFG_TMR_S1	0x43	0x00
CFG_TMR_S2	0x44	0x00
CFG_TMR_S3	0x45	0x00
CFG_RSTRT_IN_S3 [0]	0x49	1b
CFG_CHRG_MISC [2:0]	0x4D	111b

上記の例では、温度補償を有効にした、鉛酸バッテリ用の一般的な設定値を使っています。詳細については、温度補償の設定のセクションを参照してください。

現場での鉛酸バッテリ充電の場合、USE_VS3_IN_STAGE2ビットを1に設定することを検討します。詳細については、CFG_CHRG_MISCレジスタの定義を参照してください。

時間制限値を無効にしている場合、LT8491は鉛酸バッテリ・スタックを目的のステージ3電圧制限値まで充電し、(1)バッテリ電圧がステージ3電圧制限値(V_{S3})の96%を下回った場合、または(2)充電電流がC/5を上回った場合、充電サイクルを再開します。図27に、代表的な鉛酸充電サイクルを示します。

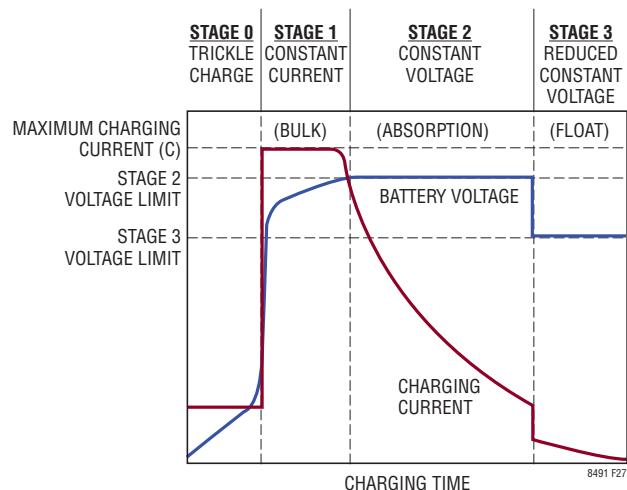


図27. 鉛酸バッテリの充電サイクル

アプリケーション情報

オプション機能

オプション: 低消費電力モード

太陽電池パネルからの電流が、最大電力点を確実に測定できるほど大きない場合、LT8491は自動的に低消費電力モードで動作し始めます。電源モードのDC電源で動作させると、低消費電力モードは自動的に無効になります。低消費電力モード機能はデフォルトのレジスタ設定(CFG_CHRG_MISC→LP_MODE_EN = 1)で有効になります。低消費電力モードを使うと、それ以外のモードでは充電を停止させるような非常に暗い条件でもLT8491はバッテリを充電できます。低消費電力モードは、CFG_CHRG_MISC→LP_MODE_EN = 0に設定することで無効にできます。詳細については、その他の設定のセクションを参照してください。

低消費電力モードでは、LT8491は瞬間に充電を停止させるため、パネル電圧は増加できます。太陽電池パネルが入力コンデンサを十分充電すると、パネル電圧が下がる間にLT8491は入力コンデンサからバッテリにエネルギーを転送します。この挙動は素早く繰り返され、電荷をバッテリに供給します(代表的な性能特性セクションの低消費電力モードのプロットのパネル電圧を参照)。

低消費電力モードの最小入力容量: 各電荷転送サイクルの間に、最小エネルギー量が入力コンデンサからバッテリに転送される必要があります。さもないと、バッテリは充電される代わりに放電する可能性があります。図28に、チャージャが10Vの最小入力電圧近くで動作している場合に必要な最小入力容量を示します。明るさが増すことでパネル電圧が上がるにつれて、より多くのエネルギーが入力コンデンサに蓄えられ、それに対応して増加したエネルギーがバッテリに供給されます。小さな入力容量を使って動作させる場合、良好な安定性と最小のリップルを得られているかどうか、太陽電池パネル電圧を注意深く確認します。

最小入力電圧: 低消費電力モードを有効にしている場合、チャージャがバッテリの充電を試みる前に、パネル電圧は初期的に10V(代表値、VINRピンで測定)を上回っている必要があります。パネル電圧が10V未満の場合、チャージャは入力電荷をバッテリに転送する前に、電圧が上がるのを一時的に待機する場合があります。

低消費電力モードの終了: チャージャは、適切な入力電力を検出した後、低消費電力モードを自動的に終了し、通常常充電を再開させます。有効な電力点を測定し、低消費電力モードから出るために、チャージャは通常、入力電流が最大入力電流制限値を2.5%~3%上回ることを必要とします。最大電力点を探す場合、パネル電圧を最小6Vまで調整することができます。

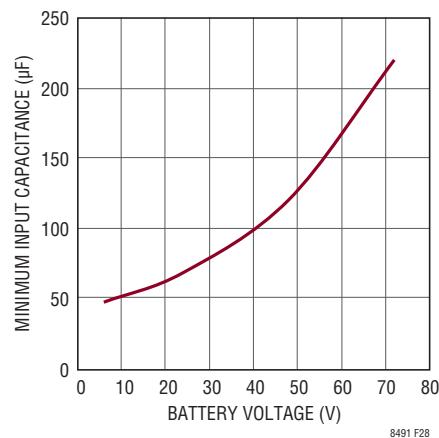


図28. 低消費電力モードに必要な最小入力容量

オプション: 出力帰還抵抗の遮断

バッテリ電圧を測定および安定化するため、LT8491は抵抗帰還ネットワークを使います(ハードウェア設定:ステージ2のVBAT(VS2)のセクションを参照)。これらの抵抗がバッテリから遮断されている場合を除き、バッテリが充電されていない場合でも、これらの抵抗はバッテリから電流を流します(図29を参照)。容量が小さいバッテリを使っている場合、これは望ましくない場合があります。

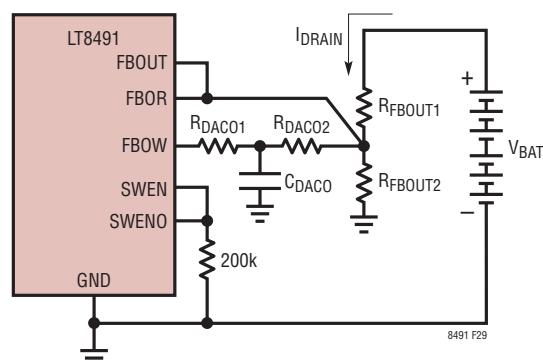


図29. 非充電時のバッテリの放電

アプリケーション情報

必要に応じて、図30と図31に示す回路の1つを使うことで、充電が停止した際に、これらの抵抗をバッテリから自動的に遮断することができます。これらの回路はLT8491のSWENO信号で制御され、充電が行われる際に抵抗帰還ネットワークを接続します。充電が停止すると、このネットワークは遮断されバッテリからの電流は無視できるほど小さくなります。

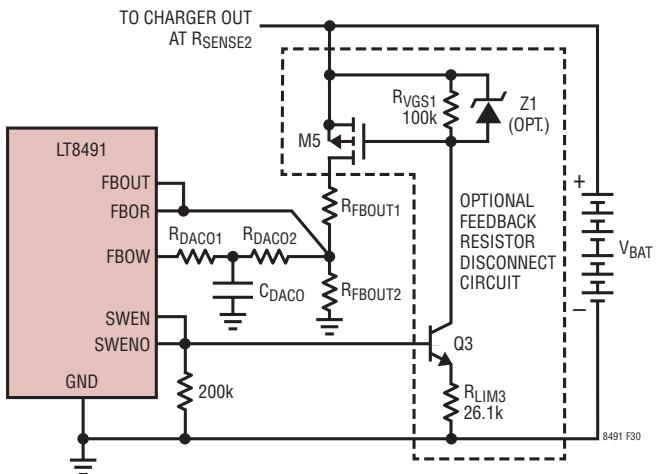


図30. オプションの帰還抵抗の遮断回路#1

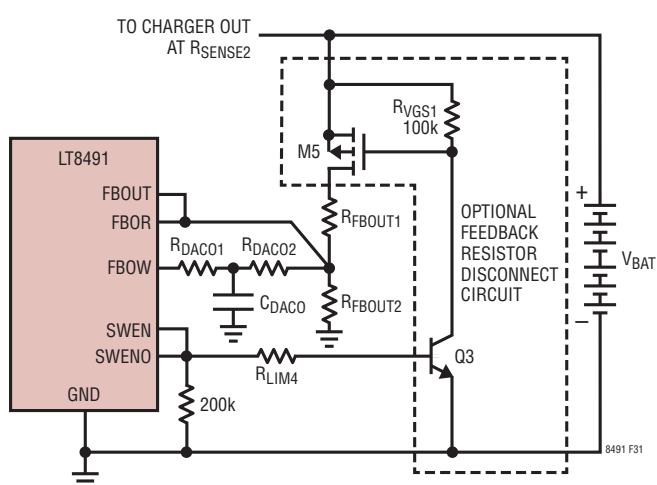


図31. オプションの帰還抵抗の遮断回路#2

M5の選択:このPMOSは、最大V_{BAT}よりも大きいドレイン-ソース間降伏電圧を持っている必要があります。ZVP3310Fは100Vの定格を持っているため、ほとんどのアプリケーションに適しています。

Q3の選択:このNPNは、最大V_{BAT}よりも大きいコレクタ-エミッタ間降伏電圧を持っている必要があります。MMBT5550Lも、140Vの降伏電圧定格を持っているため、ほとんどのアプリケーションに適しています。

RЛИM3の選択:V_{GS(ON)}を使い、RVGSIを100kΩに設定します。

$$R_{ЛИM3} = \left(\frac{R_{VGSI}}{V_{GS(ON)}} \right) \cdot 2.6V \Omega$$

ここで、V_{GS(ON)}は、M5をオンさせるのに必要なゲート-ソース間電圧です。M5の選択が不適切な場合、オン抵抗が大きくなり、ドレイン-ソース端子間に大きな電圧降下が生じる場合があります。アプリケーションがこの誤差を許容できるかどうかを判断するため、この電圧降下を確認します。

Z1の選択:バッテリの活線挿入中に発生する可能性があるトランジエントに起因して、素子M5を過剰なゲート-ソース間電圧から保護するためツェナー・ダイオードを推奨します。素子Z1を使う場合、V_{GS(ON)} < V_{Z1(BREAKDOWN)} < V_{GSMAX}になるように逆方向降伏電圧を選択する必要があります（ここで、V_{GSMAX}はデバイス・メーカーが仕様規定しているゲート-ソース間電圧の最大定格）。BZT52C13は13Vの逆方向降伏電圧を持っているため、図30に示すRLIM3値に適した素子と言えます。

代替回路:バッテリ電圧が低い（20V未満）場合、図30のQ3は飽和する可能性があります。これを避けるため、RЛИM3を除去し、抵抗RЛИM4をQ3のベースに追加することでQ3のエミッタを直接グラウンドに接続することを検討します（図31を参照）。任意の低バッテリ電圧で、オプションの帰還抵抗遮断を用いることは、必要とされるM5のゲート-ソース間電圧で制限されます。

RЛИM4を適切に設定するため、次式を使います。

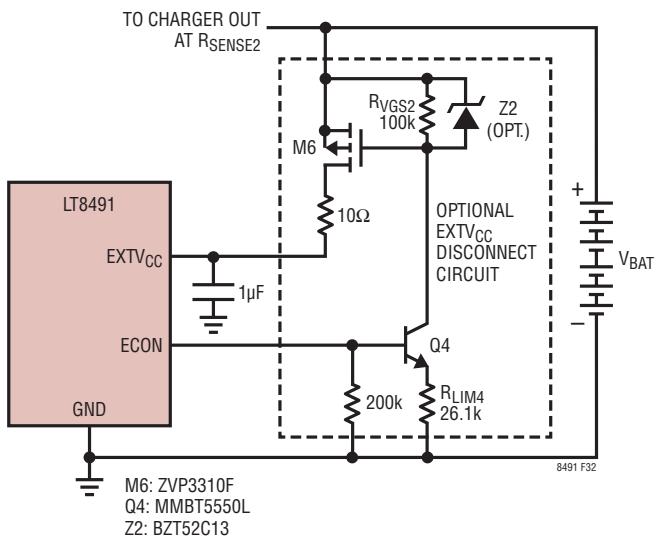
$$R_{ЛИM4} = 91 \cdot \frac{R_{VGSI}}{V_{BAT}}$$

オプション:EXTVCC遮断

LT8491の電力損失を低減（効率を向上）させ、発熱を抑えるため、EXTVCCをバッテリに接続することがよくあります。しかし、充電電流が小さい場合、または充電が停止している場合、LT8491はEXTVCCピンに電流を流しきみ、バッテリを消耗させる可能性があります。MODEピンをローに接続すると、ハードウェア設定：MODEピン - 電流導通モードのセクションで示したように、充電電流が少なくなった際

アプリケーション情報

にEXTV_{CC}から流れるほとんどの電流を遮断できます。しかし、LT8491のEXTV_{CC}からグラウンドには常に305kΩ(代表値)の経路があります。必要な場合、この電流経路は、図32に示すオプションの回路によって遮断できます。

図32. オプションのEXTV_{CC}の遮断回路

LT8491はECON信号を使い、充電電流が少なくなるとバッテリからEXTV_{CC}を遮断します。充電電流は、IORピンのA/D入力を使ってIMON_OUTピン電圧を測定することで監視されています。IMON_OUTが122mV(代表値)を下回ると、ECON信号がローに遷移し、EXTV_{CC}がLT8491から遮断されます。IMON_OUTが195mV(代表値)を上回ると、ECON信号がハイに遷移し、EXTV_{CC}がLT8491に再接続されます。

オプションのEXTV_{CC}遮断回路の部品の選択については、前のセクションと同じ推奨事項と式に従います。

オプション:リモート・バッテリ電圧検出

充電中、LT8491はバッテリ電圧を継続的に検出します。見かけのバッテリ電圧は、LT8491のグラウンドとRFBOUT1の上端の間で検出されます。充電中、バッテリ・ケーブルの抵抗(図33のRCABLE⁺/RCABLE⁻)により、実際のバッテリ電圧よりも見かけの電圧が $2 \cdot V_{IR}$ だけ高くなります。

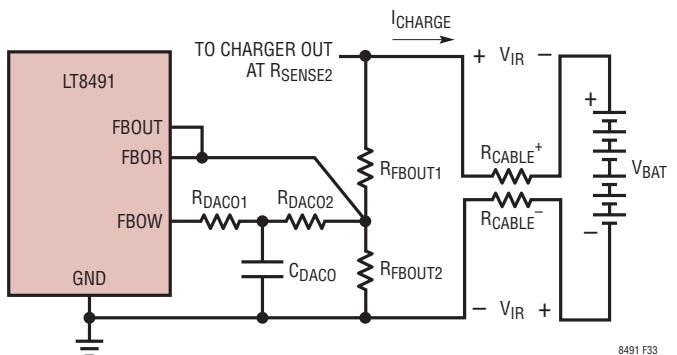


図33. バッテリ接続に存在するIR電圧降下

このケーブルの電圧降下の影響は、低電圧のバッテリを大電流で充電する場合に最も顕著です。例えば、14 AWGワイヤを使った4フィートのバッテリ・ケーブルは15Aの電流で0.5Vを超える電圧降下を生じることがあります。しかしこの電圧降下は、バッテリが満充電に近付くにつれて、充電電流と共に自動的に減少することに注意します。

V_{IR}電圧降下の最も重大な影響は以下のとおりです。

1. ステージ2で満充電に近付いた場合、V_{IR}誤差により、チャージャは充電電流を必要以上に早く低減させます。これは、総充電時間を増やします。
2. ステージ2のC/10終了が、満充電電流での電圧降下の10%に等しい電圧($C/10 \cdot (R_{CABLE}^+ + R_{CABLE}^-)$)だけ設定値よりも低いバッテリ電圧で行われます。
3. STATUSピンが、ステージ1からステージ2への遷移を、ケーブルでの電圧降下がない場合よりも早く示します。
4. V_{BAT}遠隔測定の測定値は、LT8491のFBORピンで取得されるため、その測定値にある程度の誤差が生じます。

ここでも、より高いバッテリ電圧の場合、これらの影響の重要性は下がります。充電電流は一般により少なく、ケーブルの電圧降下の総バッテリ電圧に対する割合が小さくなるためです。太くて短いバッテリ・ケーブルを使うことがこれらの影響を小さくする最も簡単な方法です。さもなければ、図34のリモート・バッテリ検出回路を使うことでこれらの影響を補正できます。

アプリケーション情報

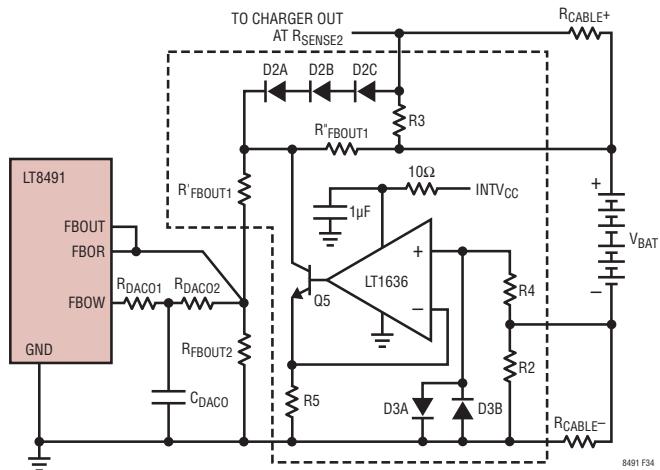


図34. (+)および(-)ケーブルのV_{IR}測定誤差の除去

追加の(+)端子検出ケーブルを加えることで、R_{CABLE}⁺の測定誤差が除去されます。負側のケーブル誤差は、(-)端子検出ケーブル、LT1636、Q5、R5を使って正バッテリ端子で測定した電圧からR_{CABLE}⁻の電圧降下を減算することで除去されます。R'_{FOUT}、R"_{FOUT}、R5は以下のように求めます。

$$R''_{FBOUT1} = \frac{0.5 \cdot R_{FBOUT1}}{V_{S2} - 1.211} \Omega$$

$$R'_FOUT1 = (R_{FBOUT1} - R''_{FBOUT1}) \Omega$$

$$R5 = R''_{FBOUT1} \Omega$$

ここで、V_{S2}は室温でのステージ2電圧制限値です。R_{FBOUT1}の求め方については、前のセクションで説明しました(ハードウェア設定:ステージ2のV_{BAT}(V_{S2})のセクションを参照)。R_{DACO1}、R_{DACO2}、R_{FOUT2}、C_{DACO}を求める方法もハードウェア設定:ステージ2のV_{BAT}(V_{S2})のセクションを参照してください。

Q5は電流が小さい(1mA未満)ため、バッテリ電圧以上のコレクタ-エミッタ間降伏電圧を持つ小信号素子が使えます。MMBT3904は、定格40Vの都合が良いBJTです。その他に、MMBT5550Lは140Vの定格を持っています。

R3は、(+)バッテリ検出ケーブルが切り離された場合に備えて安全のために配置しています。R3は、そのような事象の際にR"_{FOUT1}バッテリ電圧検出抵抗をブレーカーするための代替経路を形成することでバッテリの過充電を防止します。R3の抵抗値はR_{FBOUT1}の1%未満とする必要があります。

R3に100Ωの抵抗を選択することは多くの場合適切な選択です。通常動作中、R3の両端の電圧はR_{CABLE}⁺の両端の電圧とほぼ同じです。しかしR_{CABLE}⁺が切り離された場合、R3の両端には最大V_{S2} - V_{BAT}の電圧が掛かります。R3には適切な電力定格(通常1ワット以上)を持ったものを選択する必要があります。

D2A～D2Cは、その他のケーブルが正常なまま正側充電ケーブル(R_{CABLE}⁺)が切り離された場合にチャージャを保護します。これらのダイオードがない場合、チャージャの出力は過電圧になり、損傷することがあります。BAV99ダイオードは適切な選択です。このダイオードはデュアルダイオード・パッケージで提供されており、基板面積を最小化できます。これらのダイオードはR_{CABLE}⁺の最大誤差を0.3～0.5Vに制限することに注意します。正側ケーブルの大きな電圧低下が一般的である場合、より多くのダイオードを直列に配置します。図35で、リモート検出接続を形成する場合、D2Dはゲート-ソース間電圧を制限することでM5デバイスを保護します。

D3A、D3B、R4は、(-)バッテリ端子検出接続での起こり得る過電圧からLT1636の入力を保護します。デュアルダイオードのBAV99もこの用途に適しています。4.99kΩはR4の適切な値です。

R2は、R_{CABLE}⁻が切り離された場合の負電圧リファレンスを維持します。R2に100Ωの抵抗を選択することは多くの場合適切な選択です。通常動作中、R2の両端の電圧はR_{CABLE}⁻の両端の電圧とほぼ同じです。しかしR_{CABLE}⁻が切り離された場合、R2の両端にはV_{S2} - V_{BAT}を超える電圧が掛かります。活線挿入の問題に対応するためリモート検出回路の(+)および(-)ワイヤが最初にバッテリに接続されることから、R2には適切な電力定格(通常1ワット以上)を持ったものを選択する必要があります(詳細については、活線挿入に関する検討事項のセクションを参照)。

図35に、バッテリ電圧を最も正確に検出することとバッテリ電流が充電終了時に無視できるほど小さいことを必要とするアプリケーションのために、リモート検出回路(図34)と帰還抵抗遮断(図30)を組み合わせる方法を示します。R_{VGS1}の電流がR"_{FOUT1}にも流れ、測定されるバッテリ電圧に誤差を生じさせるため、R_{VGS1}抵抗はもはやM5のソースには(図30のようには)接続できません。図35に、R_{VGS1}を(+)バッテリ検出端子に再接続していることを示します。

アプリケーション情報

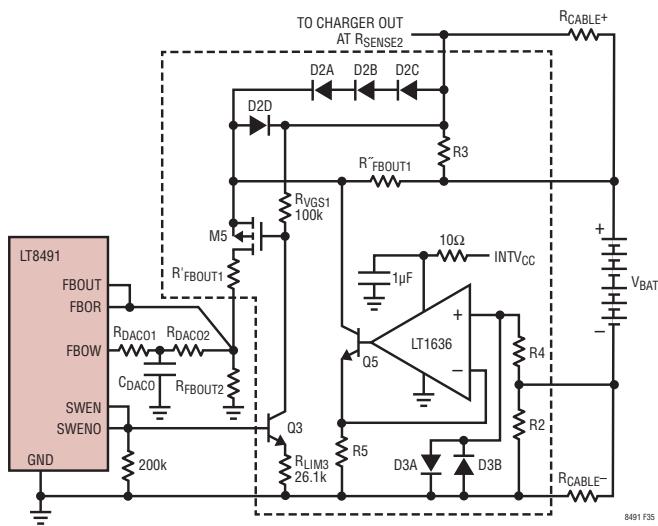


図35. 図30と図34を組み合わせる方法

オプション: DC電源検出回路

デュアル入力アプリケーションは、太陽電池パネルとDC電源のどちらかでチャージャに電力を供給する際に構成できます。DC電源で電力を供給する場合、電源モードを有効にするためVINRピンをローにする必要があります。また、電源が互いに逆給電しないようにブロッキング・ダイオードを組み込む必要があります。図36の回路は、これらの機能を組み込む方法を示しています。

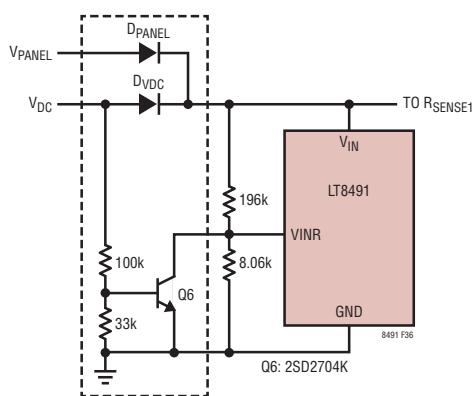


図36. オプションのDC電源検出回路

図36に示すように、DC電源が接続されている場合、LT8491の電源モードを有効にするため、Q6 NPNはVINRを174mV(代表値)未満にします。完全に飽和する前に電源モード

の閾値未満にVINRを下げることができるNPNを必ず選択します。またはNMOSのゲートに過電圧が掛らないように適切に配慮した上で、Q6をNMOS素子で置き換えることができます。

電流制限設定値によっては、ダイオードD PANELおよびD_VDCに大きな電流が流れ、かなり発熱する場合があります。発熱を最小限に抑えるため、ショットキー・ダイオードまたは適切な理想ダイオード(例:LTC4358、LTC4412、LTC4352)を使うことを検討します。

ボード・レイアウト時の考慮事項

LT8491のLT8705部に関連する全てのパワー部品と基板配線については、回路基板レイアウト・チェックリストおよび図面を記載したLT8705の技術文書を参照してください。

設計例

この設計例では、LT8491を175W/5.4Aパネル($V_{MAX} = 53V$)および12V液式鉛酸バッテリと組み合わせます。目的の最大バッテリ充電電流(C)は10A、トリクル充電電流は2.5A(C/4)です。チャージャの設定値を以下に示します。 -20°C ~ 50°C の有効バッテリ温度範囲、温度補償充電制限値、時間制限なし、ステージ3は $V_{S3}/V_{S2} = 97.2\%$ で有効。この例では、抵抗値は最も近い標準値に丸めています。より高い精度が必要な場合、直列接続した複数の抵抗が必要な場合があります。

- R_FOUT2を20kΩに設定しており、目的のステージ2電圧制限値が14.2Vの場合、上側の出力帰還抵抗R_FOUT1は以下の式に従って計算されます。

$$\begin{aligned} R_{FOUT1} &= R_{FOUT2} \cdot \left[V_{S2} \cdot \left(\frac{1.241}{1.211} - 0.128 \right) - 1 \right] \Omega \\ &= 20k \cdot \left[14.2 \cdot \left(\frac{1.241}{1.211} - 0.128 \right) - 1 \right] \Omega \\ &= 234,684\Omega \end{aligned}$$

$R_{FOUT1} = 237k\Omega$ (最も近い標準値抵抗)を選択します。

アプリケーション情報

- R_{FBOUT1}の計算に続いて、以下の式に従ってR_{DACO1}、R_{DACO2}、C_{DACO}を求めます。

$$\begin{aligned} R_{DACO2} &= \frac{0.833 \cdot R_{FBOUT1} \cdot R_{FBOUT2} \Omega}{\left(R_{FBOUT2} \cdot V_{S2} \cdot \frac{1.241}{1.211} \right) - R_{FBOUT2} - R_{FBOUT1}} \\ &= \frac{0.833 \cdot 234,684 \cdot 20k \Omega}{\left(20k \cdot 14.2 \cdot \frac{1.241}{1.211} \right) - 20k - 234,684} \\ &= 107,556\Omega \end{aligned}$$

R_{DACO2} = 107kΩ(最も近い標準値抵抗)を選択します。

$$\begin{aligned} R_{DACO1} &= 0.2 \cdot R_{DACO2} \Omega \\ &= 0.2 \cdot 107,556\Omega \\ &= 21,511\Omega \end{aligned}$$

R_{DACO1} = 21.5kΩ(最も近い標準値抵抗)を選択します。

$$\begin{aligned} C_{DACO} &= \frac{1}{500 \cdot R_{DACO1}} F \\ &= \frac{1}{500 \cdot 21,511} F \\ &= 93nF \end{aligned}$$

- 上記で計算した標準値抵抗を使って、V_{X3}、N1、N2のチェック式から以下が求まります。

$$V_{X3} = 14.31V$$

$$N1 = 1.22$$

$$N2 = 0.804$$

- 目的の14.2Vにより近いV_{X3}を生じさせる抵抗の組み合わせを見つけるため、R_{FBOUT2}を1つ大きな標準値に増やして上記の計算を繰り返します。

- 以下の標準値帰還抵抗が選択されるまで、R_{FBOUT1}、R_{DACO1}、R_{DACO2}の調整を含む上記の手順を繰り返します。

$$R_{FBOUT1} = 274k\Omega$$

$$R_{FBOUT2} = 23.2k\Omega$$

$$R_{DACO1} = 26.1k\Omega$$

$$R_{DACO2} = 124k\Omega$$

$$C_{DACO} = 0.082\mu F$$

ここで、

$$V_{X3} = 14.27V$$

$$N1 = 1.22$$

$$N2 = 0.805$$

- 出力帰還ネットワークが求まったら、V_{MAX}を使い、以下の式に従って入力抵抗帰還ネットワークを求めます。

$$\begin{aligned} R_{FBIN1} &= 100k \cdot \left[\frac{1 + \left(\frac{4.47V}{V_{MAX} - 6V} \right)}{1 + \left(\frac{5.593V}{V_{MAX} - 6V} \right)} \right] \Omega \\ &= 100k \cdot \left[\frac{1 + \left(\frac{4.47V}{53V - 6V} \right)}{1 + \left(\frac{5.593V}{53V - 6V} \right)} \right] \Omega \\ &= 97,865\Omega \end{aligned}$$

R_{FBIN1}の最も近い標準値は97.6kΩです。

$$\begin{aligned} R_{DACI2} &= 2.75 \cdot \left(\frac{R_{FBIN1}}{V_{MAX} - 6V} \right) \Omega \\ &= 2.75 \cdot \left(\frac{97,865}{53V - 6V} \right) \Omega \\ &= 5726\Omega \end{aligned}$$

アプリケーション情報

$R_{DACL2} = 5.76k\Omega$ (最も近い標準値抵抗)を選択します。

$$\begin{aligned} R_{FBIN2} &= \frac{1}{\left(\frac{1}{100k - R_{FBIN1}}\right) - \left(\frac{1}{R_{DACL2}}\right)} \Omega \\ &= \frac{1}{\left(\frac{1}{100k - 97,865}\right) - \left(\frac{1}{5726}\right)} \Omega \\ &= 3404\Omega \end{aligned}$$

$R_{FBIN2} = 3.4k\Omega$ (最も近い標準値抵抗)を選択します。

$$\begin{aligned} R_{DACL1} &= 0.2 \cdot R_{DACL2} \Omega \\ &= 0.2 \cdot 5726 \Omega \\ &= 1145\Omega \end{aligned}$$

$R_{DACL1} = 1.1k\Omega$ (最も近い標準値抵抗)を選択します。

$$\begin{aligned} C_{DACL} &= \frac{1}{1000 \cdot R_{DACL1}} F \\ &= \frac{1}{1000 \cdot 1,145} F \\ &= 873nF \end{aligned}$$

- 出力帰還抵抗と同様に反復プロセスを使って、最終的な入力帰還抵抗(標準値)を選択しました。ハードウェア設定：入力電圧検出および変調のネットワークのセクションの V_{X1} と V_{X2} の式を使って、以下の選択結果を確認しました。

$$R_{FBIN1} = 93.1k\Omega$$

$$R_{FBIN2} = 3.24k\Omega$$

$$R_{DACL1} = 1.05k\Omega$$

$$R_{DACL2} = 5.49k\Omega$$

$$C_{DACL} = 1\mu F$$

ここで、

$$V_{X1} = 6V$$

$$V_{X2} = 53V$$

- 10Aの最大充電電流制限値と2.5Aのトリクル充電電流制限値は、以下の式を使って R_{SENSE2} 、 R_{IMON_OUT} 、 R_{IOW} を選択することで設定されます。

$$R_{SENSE2} = \frac{0.0497}{I_{OUT(MAX)}} \Omega = \frac{0.0497}{10} \approx 5m\Omega$$

$$\begin{aligned} R_{IMON_OUT} &= \frac{1208}{I_{OUT(MAXSO)} \cdot R_{SENSE2}} \Omega \\ &= \frac{1208}{2.5 \cdot 5m} \Omega \\ &= 96.64k\Omega \end{aligned}$$

ここで、最も近い標準値は $97.6k\Omega$ です。

$$\begin{aligned} R_{IOW} &= \frac{24.3k \cdot R_{IMON_OUT}}{R_{IMON_OUT} - 24.3k} \Omega \\ &= \frac{24.3k \cdot 47.6k}{97.6k - 24.3k} \Omega \\ &= 32.356\Omega \end{aligned}$$

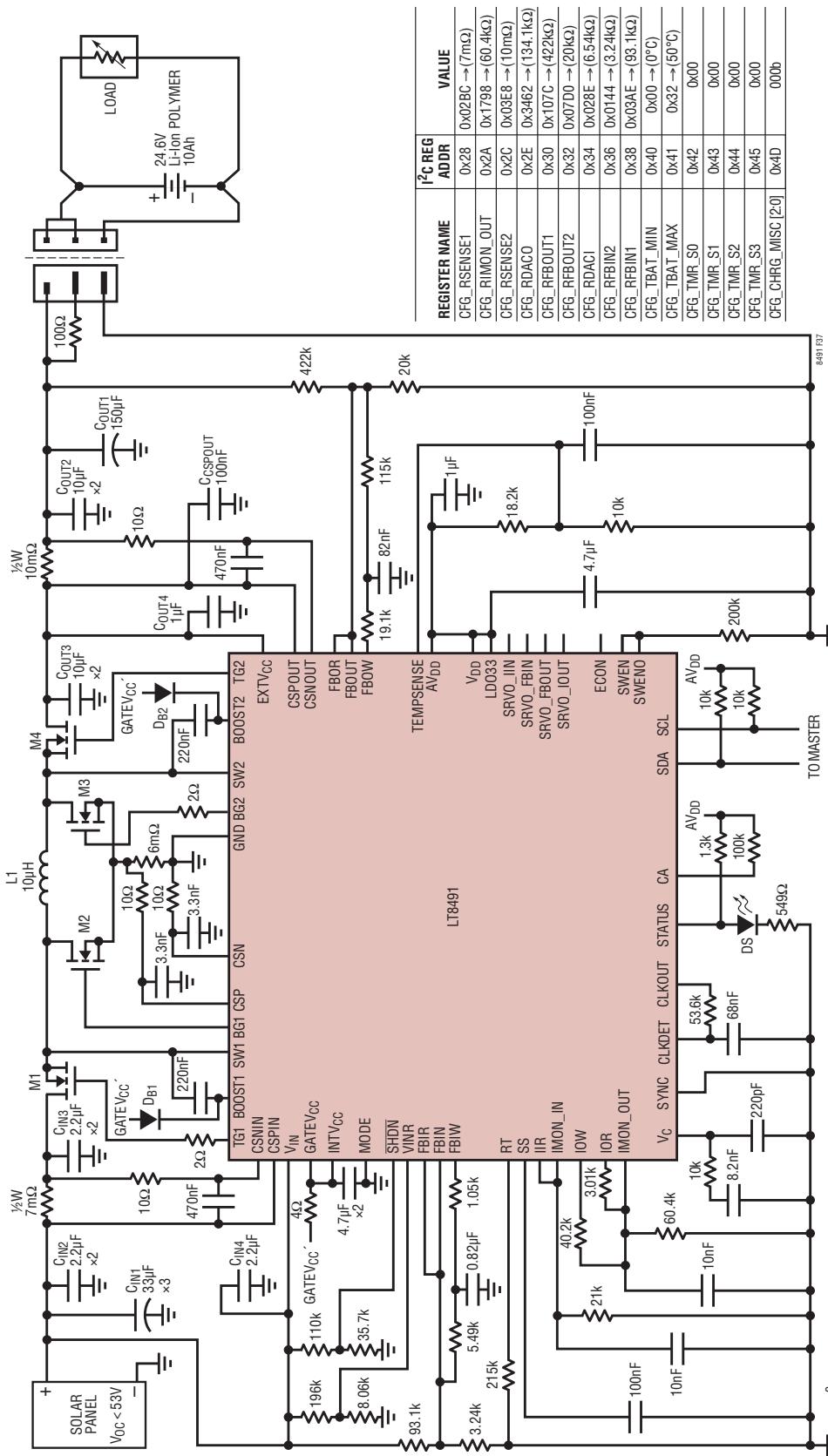
ここで、最も近い標準値は $32.4k\Omega$ です。

- 入力電流制限値は、 R_{SENSE1} を適切に選択することで設定されます。この例では、パネルは最大5.4Aを供給できます。30%の余裕を選択すると、以下のように計算できます。

$$R_{SENSE1} = \frac{0.0505}{I_{IN(MAX)}} = \frac{0.0505}{1.3 \cdot 5.4} = 7.2M\Omega$$

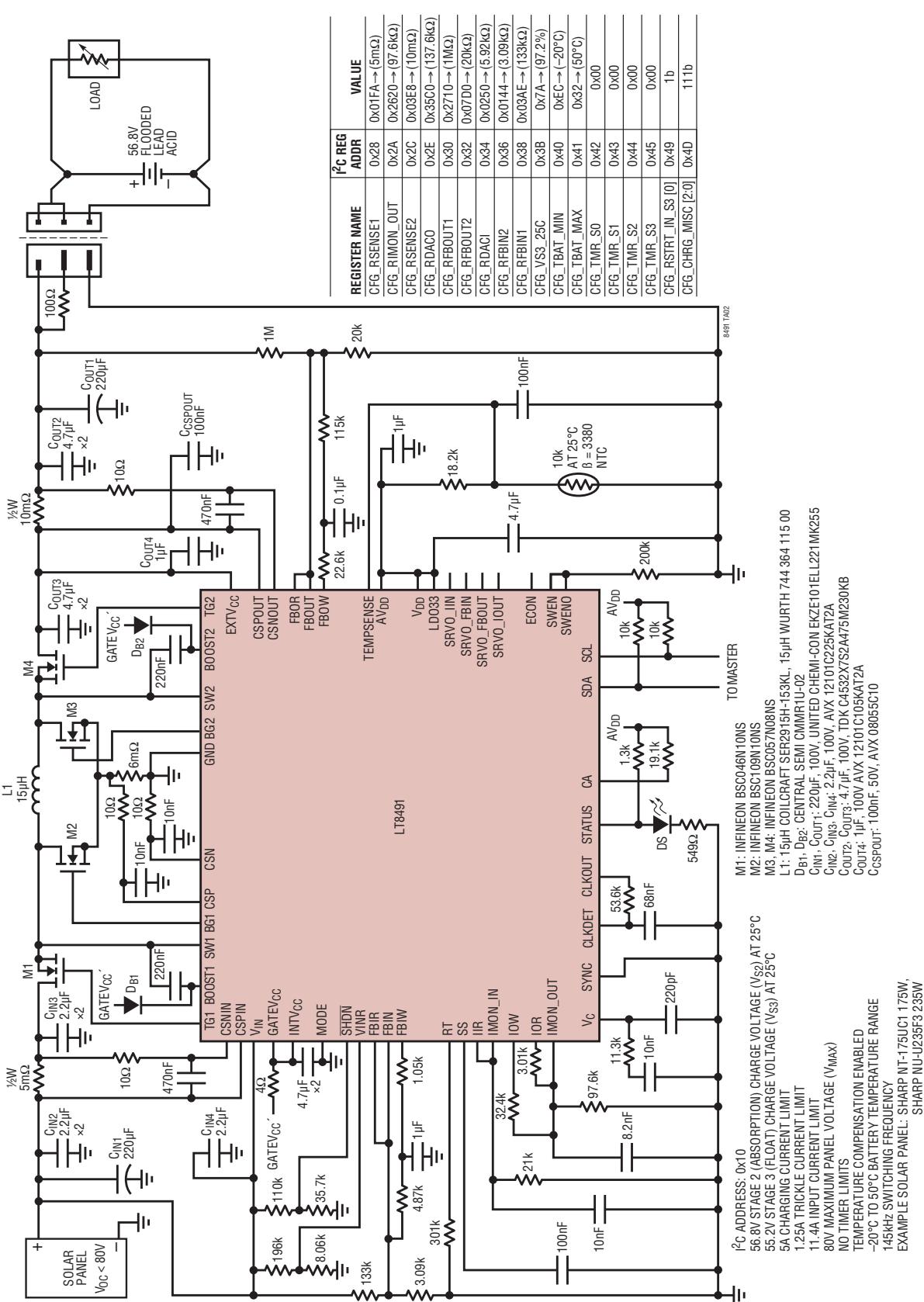
- 充電電圧の精度を更に高める場合、出力帰還抵抗ネットワークに0.1%の許容誤差の抵抗を使うことを推奨します。
- LT8491の残りのパワー部の詳細については、LT8705データシートを参照してください。

標準的應用例



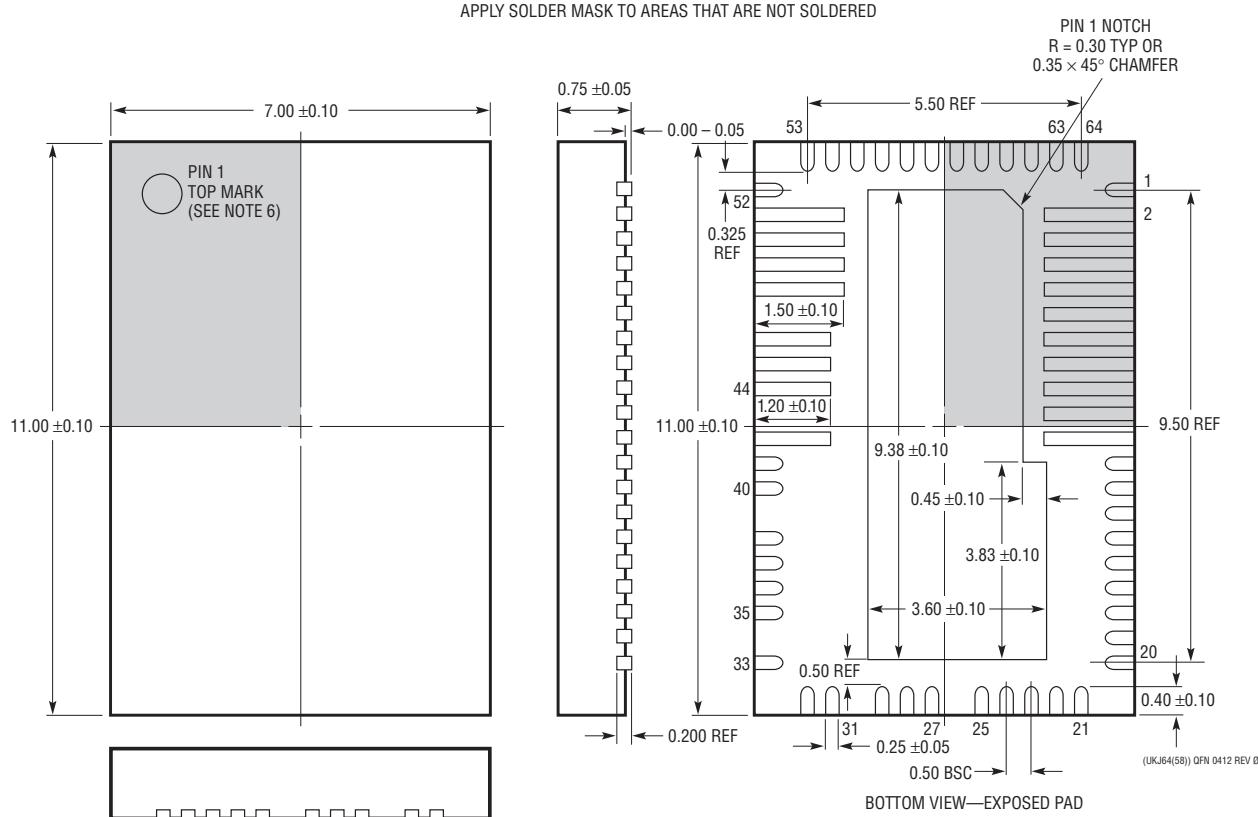
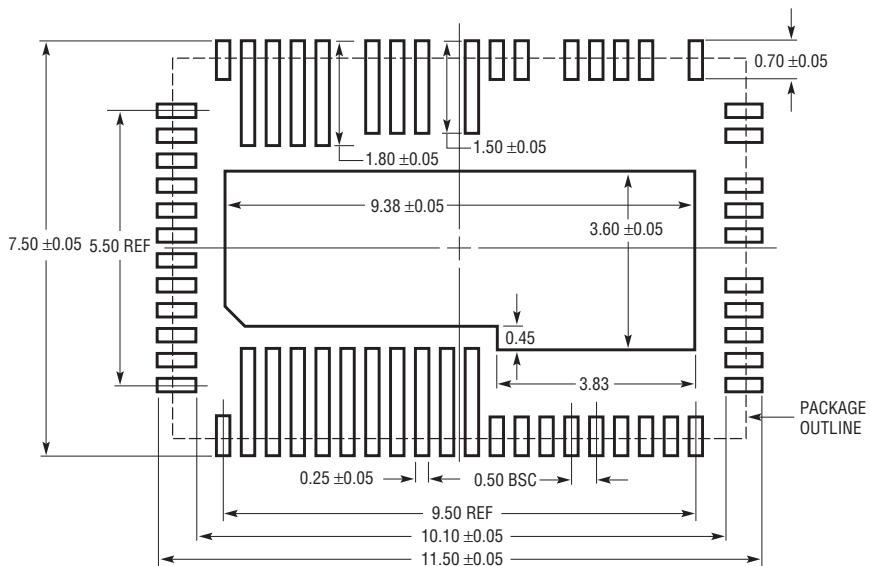
標準的応用例

56.8V 鉛酸バッテリ・チャージャ (直列接続の4つの12Vバッテリ)



パッケージ

**UKJ Package
Variation: UKJ64(58)**
64(58)-Lead Plastic QFN (7mm × 11mm)
(Reference LTC DWG # 05-08-1922 Rev Ø)



注：

1. 図は JEDEC のパッケージ外形ではない
2. 図は実寸とは異なる
3. 全ての寸法の単位はミリメートル

4. パッケージ底面の露出パッドの寸法にはモールドのバリを含まない。
モールドのバリは（もしあれば）各サイドで 0.20mm を超えない
5. 露出パッドはハンダ・メッキとする
6. 灰色の部分はパッケージの上面と底面の 1 番ピンの位置の参考にすぎない

